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

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.05.05 «Теплоснабжение промышленных предприятий»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Технологический надзор, эксплуатация и диагностика промышленных и энергетических объектов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2024

Б1.В.05.05 «Теплоснабжение промышленных предприятий»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук	А.Н Бранфилева
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	В.А. Кудинов, доктор физико-математических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Е.В. Стефанюк, доктор технических наук, профессор
	(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 4
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 4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 5
4.2 Содержание лабораторных занятий 8
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 13
9. Методические материалы 14
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 15

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-6 Способен эксплуатировать объекты теплоэнергетики	ПК-6.1 Знать способы безопасной эксплуатации объектов теплоэнергетики	Знать технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей
		ПК-6.2 Уметь анализировать и выбирать оптимальные режимы работы теплоэнергетического оборудования	Уметь рассчитывать тепловые нагрузки потребителей и определять расходы теплоносителей
		ПК-6.3 Владеть навыками расчета теплоэнергетического оборудования	Владеть навыками расчета систем теплоснабжения, поиска и использования специальной литературы в области теплоснабжения

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-6	Оборудование, работающее под давлением; Производственная практика: эксплуатационная практика; Тепловые сети; Теплогенерирующие установки		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	80	80

Лабораторные работы	16	16
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	25	25
подготовка к зачету	5	5
подготовка к практическим занятиям	2	2
составление конспектов	18	18
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

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	Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	4	0	2	2	8
2	Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	6	0	2	3	11
3	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	4	0	6	0	10
4	Раздел 4. Тепловое потребление	10	4	8	3	25
5	Раздел 5. Регулирование теплопотребления	2	0	2	2	6
6	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	4	8	8	5	25
7	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	2	4	4	5	15
8	Подготовка к зачету с оценкой	0	0	0	5	5
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	32	16	32	25	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				

1	Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	Общие сведения о системах теплоснабжения. Системы централизованного теплоснабжения	Тема 1.1. Классификация систем тепло-снабжения. 1.1. 1. Понятие о системе теплоснабжения. 1.1.2. Виды и классификация теплоснабжающих систем. Тема 1.2. Системы централизованного теплоснабжения. 1.2.1. Состав централизованной системы теплоснабжения, ее преимущества и недостатки. 1.2.2. Классификация систем водяного теплоснабжения	2
2	Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	Общие сведения о системах теплоснабжения. Системы децентрализо-ванного теплоснабжения	Тема 1.3. Системы децентрализованного теплоснабжения. 1.3.1. Общие сведения о системах децентрализованного теплоснабжения 1.3.2. Мини-ТЭЦ	2
3	Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	Источники теплоты в централизованных сис-темах теплоснабжения. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ	Тема 2.1. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Схемы отпуска тепла от ТЭЦ 2.2.1. Виды источников централизованного теплоснабжения промышленных предприятий 2.2.2. Тепловые схемы ТЭЦ с турбинами типа Т и ПТ. 2.2.3. Особенности отпуска тепла от турбин типа Р	2
4	Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	Источники теплоты в централизованных сис-темах теплоснабжения. Схемы отпуска тепла от ТЭЦ и котельных	Тема 2.1. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Схемы отпуска тепла от ТЭЦ (продолжение). 2. 2. 4. Схема теплоподготовительной установки атомной ТЭЦ Тема 2.2. Тепловые схемы котельных установок 2.2.1. Тепловая схема водогрейной ко-тельной установки. 2.2. 2. Тепловая схема паровой котельной установки.	2
5	Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	Источники теплоты в централизованных сис-темах теплоснабжения. Энергетические показа-тели тепловых электро-станций	Тема 2.3. Энергетические показатели тепловых электростанций 2.3.1. Коэффициент теплофикации 2.3.2. Расход теплоты на ТЭЦ. КПД ТЭЦ. 2.3.3. Расход пара на теплофикационную турбину	2
6	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	Паровые системы теплоснабжения. Общие сведения и классификация	Тема 3.1. Паровые системы теплоснабжения 3.1.1. Классификация систем парового теплоснабжения 3.1.2. Паровая схема теплоснабжения без возврата конденсата 3.1.3. Паровая схема теплоснабжения с возвратом конденсата	2
7	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	Паровые системы теплоснабжения. Конденсатопроводы	Тема 3.2. Сбор и возврат конденсата 3.2.1. Дренаж паропроводов 3.2.2. Системы сбора и возврата конденсата. Классификация и конструкция конденсатосборников 3.2.3. Схема установки конденсатоот-водчиков на постоянном дренаже паро-проводов	2

8	Раздел 4. Тепловое потребление	Потребители теплоты в централизованных системах теплоснабжения	Тема 4.1. Потребители теплоты систем теплоснабжения. Виды тепловых нагрузок 4.1.1. Характеристика потребителей теплоты систем теплоснабжения 4.1.2. Условия теплового комфорта. 4.1.3. Тепловое потребление. Сезонная и круглогодовая тепловая нагрузка. Общие понятия.	2
9	Раздел 4. Тепловое потребление	Технологические потребители централизованных систем теплоснаб-жения.	Тема 4.2. Потребители технологического пара и горячей воды 4.2.1. Схемы отпуска теплоты промышленному потребителю. Коэффициент теплофикации. 4.2.2. Конденсат производственных потребителей	2
10	Раздел 4. Тепловое потребление	Потребление теплоты. Расчет расходов теплоты	Тема 4.3. Расчет расходов теплоты. 4.3.1. Расчет тепловых нагрузок на отопление (по уравнению теплового баланса и укрупненным показателям) 4.3.2. Расчет тепловых нагрузок на вен-тиляцию	2
11	Раздел 4. Тепловое потребление	Потребление теплоты. Расчет расходов теплоты	Тема 4.3. Расчет расходов теплоты (про-должение). 4.3.3. Расчет тепловых нагрузок на ГВС 4.3.4. Технологическая нагрузка и собственные нужды промышленных предприятий 4.3.5. Годовой расход теплоты.	2
12	Раздел 4. Тепловое потребление	Графики тепловых нагрузок	Тема 4.4. Графики тепловых нагрузок систем теплоснабжения 4.4.1. Тепловые графики сезонных нагрузок 4.4.2. Тепловые графики круглогодовых нагрузок 4.4.3. Годовые графики тепловых нагрузок	2
13	Раздел 5. Регулирование теплопотребления	Методы регулирования теплопотребления	Тема 5.1. Методы регулирования тепло-потребления. 5.1.1. Классификация методов регулирования теплопотребления 5.1.2. Качественное регулирование теплопотребления. 5.1.3. Количественное регулирование теплопотребления. 5.1.4. Качественно-количественное регулирование теплопотребления	2
14	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Оборудование абонентских вводов	Тема 6.1. Общие понятия о тепловых пунктах систем теплоснабжения. 6.1.1. Общие понятия об абонентских вводах и тепловых пунктах систем теплоснабжения. 6.1.2. Основное оборудование тепловых пунктов	2
15	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Тепловые пункты систем теплоснабжения	Тема 6.2. Тепловые пункты в системах теплоснабжения. 6.2.1.. Центральные тепловые пункты 6.2.2. Индивидуальные тепловые пункты 6.2.3. Место ЦТП и ИТП в системе теплоснабжения. Одно-и двух ступенчатая схема теплоснабжения. 6.2.4. Размещение тепловых пунктов у абонентов	2

16	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	Расчет теплообменных аппаратов систем теплоснабжения	Тема 7.1. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. 7.1.1. Уравнения теплового баланса для водоводяных и пароводяных теплообменных аппаратов. 7.1.2. Уравнение теплопередачи. Средний температурный напор Тема 7.2. Основы расчета теплообменных аппаратов. 7.2.1. Принцип расчета теплообменных аппаратов	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

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**
7 семестр				
1	Раздел 4. Тепловое потребление	Определение недоподачи тепловой энергии	Определение расчетной температуры воздуха при действительных температурах теплоносителя. Письменный и устный отчеты.	2
2	Раздел 4. Тепловое потребление	Определение недоподачи тепловой энергии	Определение расчетной температуры воздуха при действительных температурах теплоносителя. Письменный и устный отчеты.	2
3	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Определение коэффи-циента смешивания теплоносителя	Изучение схемы теплового узла с насосным смешением, определение коэффициента смешения. Письменный и устный отчеты.	2
4	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Определение недоподачи тепловой энергии	Изучение схемы теплового узла с насосным смешением, определение коэффициента смешения. Письменный и устный отчеты.	2
5	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Испытание элеваторной установки местного теплового пункта.	Изучение конструкций элеваторов. Выбор элеваторной установки системы отопления здания. Письменный и устный отчеты	2
6	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Испытание элеваторной установки местного теплового пункта.	Изучение конструкций элеваторов. Выбор элеваторной установки системы отопления здания. Письменный и устный отчеты	2
7	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	Испытание сетевого подогревателя типа ПСВ теплофикационной ус-тановки.	Изучение конструкций ПСВ. Выполнение конструктивного теплового расчета сетевого подогревателя типа ПСВ теп-лофикационной установки. Письменный и устный отчеты.	2

8	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	Испытание сетевого подогревателя типа ПСВ теплофикационной ус-тановки.	Изучение конструкций ПСВ. Выполнение конструктивного теплового расчета сетевого подогревателя типа ПСВ теп-лофикационной установки. Письменный и устный отчеты.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

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**
7 семестр				
1	Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	Изучение схем систем теплоснабжения	Схемы однотрубных и многотрубных тепловых сетей закрытого и открытого типа. Письменный и устный отчеты	2
2	Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	Изучение схем насосных установок источников тепла	Сетевые подкачивающие и смеситель-ные насосные. Схемы подкачивающих насосных на подающем и обратном трубопроводах. Письменный и устный отчеты	2
3	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	Сбор и возврат конденсата	Схемы конденсатных насосных с рас-ширительными баками и с охладителями конденсата. Дренажные насосные. Письменный и устный отчеты	2
4	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	Сбор и возврат конден-сата	Принципы подбора конденсатных расширительных баков. Письменный и устный отчеты.	2
5	Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения	Сбор и возврат конденсата	Расчет систем теплоснабжения с полным и частичным возвратом конденсата. Письменный и устный отчеты.	2
6	Раздел 4. Тепловое потребление	Расчет сезонных тепло-вых нагрузок	Расчет тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию по укрупненным показателям. Письменный и устный отчеты.	2
7	Раздел 4. Тепловое потребление	Расчет сезонных тепловых нагрузок	Расчет тепловых нагрузок горячее во-доснабжение. Письменный и устный отчеты.	2
8	Раздел 4. Тепловое потребление	Расчет годовых годовых тепловых нагрузок	Расчет годового теплового потребле-ния зданий и предприятий. Письменный и устный отчеты.	2
9	Раздел 4. Тепловое потребление	Расчет годовых годовых тепловых нагрузок	Расчет годового теплового потребле-ния. Коэффициент использования мак-симальной мощности котельной. Письменный и устный отчеты.	2

10	Раздел 5. Регулирование теплопотребления	Регулирование теплопотребления	Определение температур и расходов сетевой воды при различных системах регулирования. Письменный и устный отчеты.	2
11	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Расширительные мем-бранные баки систем отопления и ГВС	Общий вид расширительных мембран-ных баков. Подбор расширительных мембранных баков. Письменный и устный отчеты.	2
12	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Изучение общей схемы и состава оборудования теплового пункта.	Изучение простой схемы теплового пункта с узлом смешения с трехходовым клапаном. Основные характеристики регулирующих клапанов. Письменный и устный отчеты.	2
13	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Изучение схемы и обо-рудования теплового пункта. Трехходовой клапан	Изучение простой схемы теплового пункта с узлом смешения с трехходовым клапаном. Определение пропускной способности клапана. Подбор регулирующих клапанов узлов смешения. Письменный и устный отчеты	2
14	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	Изучение оборудования системы подпитки теплового пункта. Подбор насосов.	Изучение схемы системы подпитки. Подбор подпиточного насоса. Письменный и устный отчеты.	2
15	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	Тепловой расчет водо-водяного кожухотруб-ного подогревателя.	Тепловой расчет водоводяного кожу-хотрубного подогревателя. Общая последовательность расчета. Расчет среднего температурного напора и поверхности нагрева теплообменного аппарата, подключенного по схеме прямотока и противотока. Письменный и устный отчеты.	2
16	Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	Тепловой расчет теплообменников тепловой схемы ТЭЦ	Тепловой расчет теплофикационной установки турбины ПТ-135/130-13. Составление уравнений теплового баланса сетевых подогревателей. Письменный и устный отчеты.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
7 семестр			
Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	самостоятельное изучение тем,составление конспекта	Тема 1.2. Системы централизованного теплоснабжения. 1.2.3. Схемы присоединения закрытых и открытых систем отопления и ГВС.	2

Раздел 2. Схемы отпуска тепла. Источники теплоты.	самостоятельное изучение тем, составление конспекта	Тема 2.1. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Схемы отпуска тепла от ТЭЦ 2.2.5. Основные виды турбин на ТЭЦ и принципы их работы 2.2.5. Режимы работы ступеней нагрева ТЭЦ Тема 2.2. Тепловые схемы котельных установок 2.2.3. Котельная установка с утилизацией теплоты уходящих газов 2.2.4. Котельная без водоумягчительной установки	3
Раздел 4. Тепловое потребление	самостоятельное изучение тем, составление конспекта	Тема 4.2. Потребители технологического пара и горячей воды 4.4.3. Схемы подогрева сетевой воды на ТЭЦ. Тема 4.4. Графики тепловых нагрузок систем теплоснабжения 4.4. 4. График продолжительности суммарной тепловой нагрузки.	3
Раздел 5. Регулирование теплопотребления	самостоятельное изучение тем, составление конспекта	Тема 5.2. Регулирование в открытых системах теплоснабжения по температурным графикам для совместной нагрузки отопления и ГВС. 5.2.1. Качественное регулирование при постоянном суммарном расходе воды на отопление и ГВС. 5.2.2. Качественно-количественное регулирование при постоянном располагаемом напоре в начале теплосети.	2
Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения	самостоятельное изучение тем, составление конспекта	Тема 6.1. Общие понятия о тепловых пунктах систем теплоснабжения. 6.1.3. Назначение и Виды смесительных узлов. 6.1.4. Струйный насос-элеватор. Устройство, принцип действия. 6.1.5. Насосный узел смешения, принцип действия. Тема 6.3. Схемы тепловых пунктов систем теплоснабжения 6.3.1. Схемы местных тепловых пунк-тов для открытых систем теплоснабжения 6.3.2. Схемы местных тепловых пунктов для закрытых систем теплоснабжения. 6.3.3. Схемы центральных тепловых пунктов.	5
Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	самостоятельное изучение тем, составление конспекта	Тема 7.2. Основы расчета теплообменных аппаратов. 7.2.2. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов Тема 7.3. Тепловой расчет водоводяных и пароводяных теплообменников. 7.3.1. Водоводяные теплообменники с продольным и с поперечно–продольным движением воды в межтрубном пространстве. 7.3.2. Пароводяные теплообменники с вертикальным и с горизонтальным трубным пучком.	3

Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.	подготовка к практиче-ским занятиям, выпол-нение соответствующих заданий	Тема: Теплофикационное оборудование источников теплоты. Устройство теплофикационн ой установки турбины ПТ-135/130-13.	2
Подготовка к зачету с оценкой	Подготовка к зачету с оценкой	Повторение тем лекций и самостоятельной работы, материала практических и лабораторных занятий	5
		Итого за семестр:	**25**
		Итого:	**25**

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	Кудинов, А.А. Основы централизованного теплоснабжения[Электронный ресурс] : Учеб.пособие:В сб.N3 "Внутривузовские издания" / А.А.Кудинов,С.К.Зиганшина;ГОУ ВПО СамГТУ,Теплоэнерг.фак.,Каф."Тепловые электр.станции" .- Электрон.дан.и прогр..- Самара, 2007.- с.	Книжный фонд
2	Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : Учеб. / Е. Я. Соколов .- 5-е изд., перераб..- М., Энергоиздат, 1982.- 360 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
3	Шарапов, В.И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения : Учеб.пособие / В.И.Шарапов,П.В.Ротов.- М., Новости теплоснабжения, 2007.- 164 с.	Книжный фонд

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	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Программный продукт «Компас-3D» для выполнения графических работ	ЗАО АСКОН (Отечественный)	Лицензионное

3	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
3	Информационный ресурс энергетики	http://ukrelektrik.com/publ/	Ресурсы открытого доступа
4	РосТепло.Ru. Информационная система по теплоснабжению	http://www.rosteplo.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа
6	Энергетика и промышленность России	http://www.eprussia.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 пособия, тематические иллюстрации):

– мультимедийная лекционная аудитория (№50 / 6 корпус), в которой установлено и задействовано в учебном процессе следующее оборудование: мультимедийные проекторы, принтеры, комплект интерактивного оборудования (интерактивная доска, документ-камера, аудио-система), ноутбук, беспроводной пульт для проведения презентаций;

– комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук):– учебная аудитория,

– компьютерный класс;

– презентационная техника (проектор, экран, компьютер);

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория № 30/6 с комплектом учебно – методической литературы.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус

библиотеки)

- компьютерный класс (ауд. 48 корпус № 6).

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.05.05 «Теплоснабжение промышленных предприятий»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.05.05 «Теплоснабжение промышленных предприятий»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Технологический надзор, эксплуатация и диагностика промышленных и энергетических объектов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Теоретические основы теплотехники и гидромеханика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

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-6 Способен эксплуатировать объекты теплоэнергетики	ПК-6.1 Знать способы безопасной эксплуатации объектов теплоэнергетики	Знать технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей
		ПК-6.2 Уметь анализировать и выбирать оптимальные режимы работы теплоэнергетического оборудования	Уметь рассчитывать тепловые нагрузки потребителей и определять расходы теплоносителей
		ПК-6.3 Владеть навыками расчета теплоэнергетического оборудования	Владеть навыками расчета систем теплоснабжения, поиска и использования специальной литературы в области теплоснабжения

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (знания, умения, владения)	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Раздел 1-7				
ПК-6.1 Знать способы безопасной эксплуатации объектов теплоэнергетики	**Знает:** технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей.	Домашнее задание (доработка конспекта лекций, материала, вынесенного на самостоятельное изучение, с применением учебника, методической и дополнительной литературы)	+	
		Зачет с оценкой		+
ПК-6.2 Уметь анализировать и выбирать оптимальные режимы работы теплоэнергетического оборудования	**Умеет:** рассчитывать тепловые нагрузки потребителей и определять расходы теплоносителей	Отчет по практическим занятиям (раздел 1-7) и лабораторным занятиям (разделы 4 и 7).	+	
		Зачет с оценкой		+
ПК-6.3 Владеть навыками расчета теплоэнергетического оборудования	**Владеет:** навыками расчета систем теплоснабжения, поиска и использования специальной литературы в области теплоснабжения.	Домашнее задание (доработка конспекта лекций, материала, вынесенного на самостоятельное изучение, с применением учебника, методической и дополнительной литературы)	+	+
		Зачет с оценкой		+

2. 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

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Текущая аттестация студента по дисциплине производится лектором в устанавливаемые учебным управлением сроки 4 раза в одном семестре. При проставлении 1 - 4-й контрольных точек в 7-м семестре учитываются посещения студентом лекций, результаты его работы на практических и лабораторных занятиях, а также проверка конспекта практических и лекционных занятий, в том числе и материала, вынесенного на самостоятельное изучение. При проведении текущей аттестации в систему сопровождения обучения в рамках проведения контрольного занятия выставляется оценка по пятибалльной шкале.

Для текущего контроля достижения запланированных показателей по результатам изучения дисциплины предусмотрены следующие оценочные средства:

- собеседование по отчету практических и лабораторных работ;
- проверка домашних заданий (конспекта лекций по темам для самостоятельного изучения)

Перечень заданий к отчёту по практическим работам

Требования к представлению и оформлению результатов к отчётам по практическим работам

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к отчёту по практической работе является, в первую очередь, письменный отчёт, структура и содержание которого определяется темой и содержанием практических занятий. Так же необходим устный отчет о проделанной работе.

Особых требований к оформлению письменного отчёта нет, кроме соответствия представленного материала теме занятия.

Перечень заданий к отчёту по лабораторным работам

Требования к представлению и оформлению результатов к отчётам по лабораторным работам

Результатом выполненной самостоятельной работы по подготовке к отчёту по лабораторной работе является, в первую очередь, письменный отчёт, структура и содержание которого определяется темой и содержанием лабораторных занятий. Так же необходим устный отчет о проделанной работе.

Требования к оформлению письменного отчёта определяются устными указаниями преподавателя и соответствием представленного материала теме занятия.

Отчёт по выполнению домашних заданий

Перечень вопросов и тем лекционного курса для самостоятельного изучения и конспектирования представлен в разделе 4.4 рабочей программы. Конспекты оформляются в рукописном виде в лекционных тетрадях с использованием основной и дополнительной учебно-методической литературы, указанной в разделе 5 рабочей программы.

Так же для контроля необходимо предоставить материалы практических занятий.

Лабораторные работы и задания к ним

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕДОПОДАЧИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Цель работы: получение навыков определения недоподачи тепловой энергии при пониженной температуре.

Задание: 1. Измерить температуру наружного воздуха.
2. Измерить температуру воды на входе в тепловой узел τ_1, τ_2, τ_3.
3. Измерить температуру воздуха внутри помещения.
4. Определить недоподачу тепла в системе отопления.
5. Определить температуру воздуха в помещении и сравнить с измеренной.

Теоретическая часть

Относительная тепловая нагрузка (в случаях, когда температуры воздуха внутри помещения или снаружи отличаются от расчетных)

$$\bar{Q}_{от} = \frac{Q_{от}}{Q^{р}_{от}} = \frac{G_{от}c(\tau_1 - \tau_2)}{G_{от}c(\tau^{p}_1 - \tau^{р}_2)} = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau^{р}_1 - \tau^{р}_2} = \frac{t_{вн} - t_{н}}{t^{р}_{вн} - t^{р}_{от}},$$

где $t_{вн}$, $t^{р}_{вн}$ – текущее и расчетное значение температуры воздуха внутри помещения;

$t_{н}$, $t^{р}_{от}$ – текущее и расчетное значение температуры наружного воздуха;

$Q_{от}$, $Q^{р}_{от}$ – текущее и расчетное значение нагрузки отопительных установок;

τ_1, $\tau^{р}_1$ – текущее и расчетное значение температуры воды в подающем трубопроводе;

τ_2, $\tau^{р}_2$ – текущее и расчетное значение температуры воды в обратном трубопроводе;

τ_3, $\tau^{р}_3$ –текущее и расчетное значение температуры воды в подающей магистрали системы отопления.

Температура воды

$$\tau_1 = t^{р}_{вн} + \Delta t^{р}_{от}\bar{Q}^{0.8}_{от} + (\delta\tau_0 - 0{,}5\theta^{р})\frac{\bar{Q}_{от}}{\bar{G}_{от}}; \qquad (9.1)$$

$$\tau_2 = t^{р}_{вн} + \Delta t^{р}_{от}\bar{Q}^{0.8}_{от} - 0{,}5\theta^{р}\frac{\bar{Q}_{от}}{\bar{G}_{от}}; \qquad (9.2)$$

$$\tau_3 = t^{р}_{вн} + \Delta t^{р}_{от}\bar{Q}^{0.8}_{от} + 0{,}5\theta^{р}\frac{\bar{Q}_{от}}{\bar{G}_{от}},$$

Где $\bar{G}_{от} = \frac{G_{от}}{G^{р}_{от}}$ – отношение текущего и расчетного расходов сетевой воды на отопление;

$\Delta t^{р}_{от} = \frac{\tau^{о}_3 + \tau^{о}_2}{2} - t^{о}_{от}$ – температурный напор в расчетном режиме;

$\delta\tau_0 = \tau^{р}_1 - \tau^{р}_2$ – перепад температур в теплосети в расчетом режиме;

$Q^{p} = \tau^{р}_3 - \tau^{р}_2$ – перепад температур в системе отопления в расчетном режиме.

Практическая часть

1. Определить температуры воздуха $t_{н.изл}$, $t_{вн.изл}$, и воды: $т_{1\ изм}$, $т_{2\ изм}$, $т_{3\ изм}$.
2. Определить относительную (фактическую) подачу тепла по формуле

$$\bar{Q}_1 = \frac{\tau_{1изм} - \tau_{2изм}}{\tau_1^р - \tau_2^р}.$$

3. Определить относительную подачу тепла (требуемую) по формуле

$$\bar{Q}_2 = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1^р - \tau_2^р},$$

, где т1, т1 определяются по формулам (9.1.) и (9.2).

4. Определить недоподачу тепла

$$\delta Q = \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_2} 100\ \%.$$

5. Определить расчетную, требуемую температуру воздуха в помещении по формуле

$$t_{вн} = t_н + (t_{вн}^р - t_{от}^р) Q_1.$$

6. Сравнить с tн.изл и сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое относительная тепловая нагрузка?
2. Что такое отопительный график?
3. Почему отопительный график непрямолинейный?
4. Чем определяется количество тепла, передаваемого из тепловой сети в систему отопления?

Содержание отчета.

Отчет должен включать теоретическую часть, перечень и описание типов приборов, применяемых при замере параметров, порядок проведения замеров, результаты, сведённые в таблицу, выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение коэффициента смешивания теплоносителя

Цель работы: Изучить процесс смешения теплоносителя в тепловом узле.

Общие сведения

Тепловой пункт является узлом управления присоединенной к нему отопительной системы здания и служит для регулирования расхода и параметров теплоносителя в соответствии с режимом теплопотребления, учета расхода тепла, распределения теплоносителя по отдельным веткам системы отопления, заполнения и опорожнения отопительной системы. От правильной эксплуатации теплового пункта зависит нормальное теплоснаб-жение потребителя, т. е. нормальная работа местной системы отопления здания.

Одной из основных задач теплового пункта является изменение параметров теплоносителя под параметры, требующиеся для системы отопления. Для выполнения этой задачи необходимо применение смесительных устройств для изменения температуры теплоносителя в системе отопления. Это достигается путем подмешивания обратной воды из системы отопления к горячей воде, поступающей из теплообменника.

В данной лабораторной работе это осуществляется с помощью смешивающего насоса.

Для достижения необходимой температуры в системе отопления необходимо обеспечить расчетный коэффициент смешивания, определяемый по формуле

$$U = \frac{G_2}{G_1}, \qquad (1)$$

где *G*2 – расход подмешиваемой воды, кг/ч; *G*1 – расход горячей воды, кг/ч.

Величину коэффициента смешивания можно определить по температурам горячей t_1, обратной t_2 и смешанной t_3 воды:

$$U = \frac{t_1 - t_3}{t_3 - t_2}. \qquad (2)$$

Горячая вода из теплообменника поступает в трубопровод *1*, идущий в систему отопления (рис. 1). Охлажденная вода из системы отопления поступает по трубопроводу *3* обратно в теплообменник, причем она частично идет на смешение с горячей водой по трубопроводу *2*.

Перепад давления в системе отопления контролируется по показаниям манометров М2 и М3.

Разность давлений в сети перед точкой смешения, определяющая его работу, определяется по формуле

$$H = 1{,}4 \cdot P(1+U)^2, \qquad (3)$$

где *P* – сопротивление системы отопления, по данным разности показаний манометров М2 и М3, м вод. ст.; *U* – коэффициент смешения, полученный при проведении лабораторной работы.1 кгс/см^2 = 10 м вод. ст.

КПД процесса смешения, %, определяется по формуле

$$\eta = \frac{G_2 \cdot P}{G_1(H-P)} 100. \qquad (4)$$

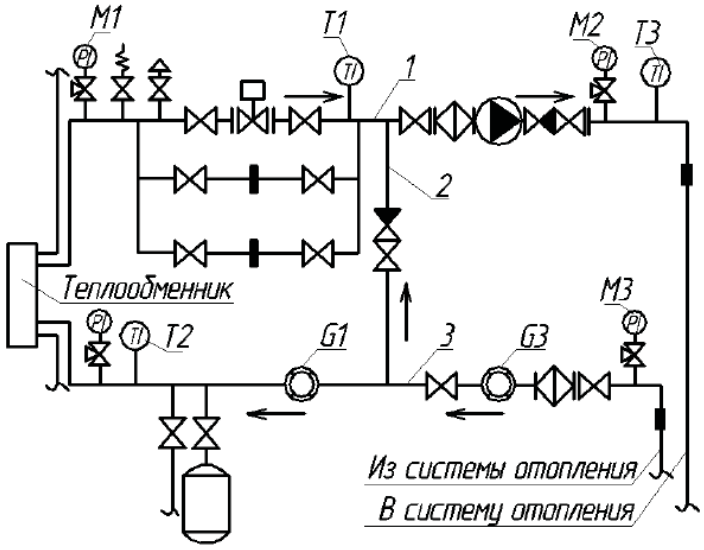


Рис. 1. Схема стенда к лабораторной работе № 4

Порядок проведения работы

1. Внимательно изучить устройство и работу стенда.

2. Снять показания манометров, термометров и расход воды, циркулирующей в системе отопления, и занести показания в табл. 3.
3. Определить коэффициент смешения по формулам (1)–(2). Сравнить значения коэффициента смешения.
4. Вычислить необходимый напор по формуле (3).
5. Определить КПД смешивающего устройства по формуле (4).

Таблица 3
Расчетная ведомость

Расчетная ведомость

Температура, °С			Давление, кгс/см^2			Расход, м^3/ч		
t_1	t_2	t_3	P_1	P_2	P_3	G_1	G_2	G_3

Контрольные вопросы
1. Какие функции выполняет тепловой пункт?
2. Для чего осуществляется процесс смешения теплоносителя?
3. По каким приборам контролируется перепад давления в системе отопления?
4. По какой формуле определяется коэффициент смешения?
5. По какой формуле определяется КПД процесса смешения теплоносителя?
6. От чего зависит КПД процесса смешения теплоносителя?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ЭЛЕВАТОРНЫХ УЗЛОВ.

Цель работы – изучение типов элеваторов и их конструкций. Выбор элеваторной установки системы отопления здания.

Общие сведения

Обеспечение жилых домов и общественных зданий теплом – одна из главнейших задач коммунальных служб городов и поселков. Современные системы теплоснабжения – эта сложные комплексы, включавшие поставщиков тепла (ТЭЦ или котельные), разветвлённую сеть магистральных трубопроводов, специальные распределительные теплопункты (ЦТП или ИТП), от которых идут ответвления к конечным потребителям, т.е. теплоноситель не напрямую попадает во внутридомовую сеть и конечные точки теплообмена – радиаторы отопления, а через местные тепловые пункты.

Для регулировки температуры в подающем трубопроводе применяются смешивающие узлы с трехходовыми клапанами или смесительными насосами, а так же используются современные элеваторы с электроприводами.

Принципиальная схема простейшего элеваторного узла представлена на схеме ниже на рис.1.

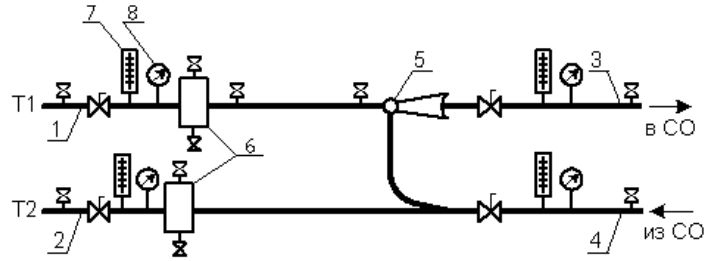


Рис.1. Принципиальная схема элеваторного узла

На схеме: 1, 2 –подающий и обратный трубопроводы, которые установлены в теплоцентрали; 3,4 – подающий и обратный трубопроводы системы отопления; 5 – элеватор; 6 – фильтры грубой очистки, которые называют еще грязевиками; 7 – термометры; 8 – манометры.

Расчет сопла элеватора

Минимально необходимый напор $\Delta h_{эл.\min}$, м.в.ст, перед элеватором для преодоления гидравлического сопротивления элеватора и присоединенной к нему системы отопления (без учета гидравлического сопротивления трубопроводов, оборудования, приборов и арматуры до места присоединения элеватора) определяется по формуле:

$$\Delta h_{эл.\min} = 1{,}4 \cdot \Delta h_{о} \cdot (1+u)^2, \quad (1)$$

где u – безразмерный коэффициент инжекции (смешивания) для элеватора (см.ниже); $\Delta h_{о}$ – гидравлическое сопротивление местной системы отопления (потери давления в системе), м.в.ст.

Насосное циркуляционное давление для системы $\Delta p_{н}$ должно быть меньше потерь давления в системе $\Delta p_{с}$ на величину естественного циркуляционного давления $\Delta p_{е}$, возникающего в замкнутом контуре системы отопления:

$$\Delta p_{н} = \Delta p_{с} - \Delta p_{е}, \text{ кПа} \quad (2)$$

Основной расчетной характеристикой для элеватора является коэффициент смешения (ижекции). Коэффициент ижекции – отношение расхода подмешиваемой охлажденной обратной воды, инжектируемой элеватором, к расходу сетевой воды, проходящей через его сопло :

$$u = \frac{G_{см}}{G_{с}} = \frac{t_1 - t_{см}}{t_{см} - t_2}, \quad (3)$$

где $G_{см}$ – количество подмешанной обратной воды, т/ч (кг/ч); $G_{с}$ – количество горячей сетевой воды, проходящей через сопло элеватора отопления (расчетный расход сетевой воды (из тепловой сети) на систему отопления т/ч (или кг/с)).

t1 – температура горячей сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети, °С, t2 – температура обратной сетевой воды, °С, $t_{см}$ – температура смешанной воды, поступающей в местную систему отопления, °С,

Расчетный коэффициент ижекции принимается равным $1{,}15 \cdot u$

Расход воды, поступающей из тепловой сети, определяется по формуле:

$$G_{тс} = \frac{Q_{тс}}{c(t_1 - t_2)}, \quad \text{кг/с} \quad (4)$$

где Qтс – тепловая нагрузка сети в месте подключения (складывается из всех бытовых из нагрузок данного потребителя), Вт; t1 – температура горячей сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети, °С, t2 – температура обратной сетевой воды, °С, с – удельная теплоемкость воды, равная 4200 Дж/(кг·°С). Количество высокотемпературной воды Gтс при известной тепловой мощности местных систем будет тем меньше, чем выше температура t1.

Если в тепловом узле нет других подключений , кроме отопления, то в узле подключения тепловая нагрузка сети равна тепловой нагрузке на отопление. Тогда $Q_{тс}$ = Qот , где Qот – тепловая мощность системы отопления.

Тогда общий расход высокотемпературной воды

$$G_{тс} = \frac{Q_{от}}{c(t_1 - t_2)}, \quad \text{кг/с} \quad (4а)$$

Если в тепловом узле присутствуют и другие подключения, кроме отопления (гвс или вентиляция), то нагрузка на отопления принимается по проектным данным.

Количество смешанной воды, поступающей в местную систему отопления после элеватора:

$$G_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{от}}}{c(t_{\text{см}} - t_2)}, \quad \text{кг/с} \tag{5}$$

где $t_{\text{см}}$ – температура смешанной воды, поступающей в местную систему отопления, °С, t2 – температура обратной сетевой воды, °С .

Для подбора элеватора важны две главных характеристики элеваторов – внутренний размер смесительной камеры и проходной диаметр сопла.

Размер камеры смешения (горловины сопла) определяется по формуле:

$$d_{\text{г}} = 0,874 \cdot \sqrt{G_{\text{пр}}}, \tag{6}$$

где $d_{\text{г}}$ – искомый диаметр горловины сопла, см; $G_{\text{пр}}$ – приведенное количество смешанной воды, т/ч.

В свою очередь, приведенный расход вычисляется следующим образом:

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{см}}}{\sqrt{\Delta h_{\text{о}}}} \tag{7}$$

$G_{\text{см}}$ – количество смешанной воды, поступающей в местную систему отопления, т/ч ; $\Delta h_{\text{о}}$ – гидравлическое сопротивление местной системы отопления (потери давления в системе), м.в.ст. (принять равным $\Delta p_{\text{н}}$, переведенным в м.в.ст., вычисляемого по формуле (2))

Таким образом, формулу для диаметра горловины можно записать

$$d_{\text{г}} = 1,55 \cdot G_{\text{см}}^{0,5} / \Delta p_{\text{н}}^{0,25},$$

где Gсм – расход воды в системе отопления, т/ч, по формуле (1); $\Delta h_{\text{о}}$ – гидравлическое сопротивление местной системы отопления (потери давления в системе), м.в.ст , $\Delta p_{\text{н}}$ – насосное циркуляционное давление для системы, кПа, полученное по формуле (2).

Например, для подачи в систему отопления 16 т/ч воды при циркуляционном давлении 9 кПа (0,92 м) потребуется элеватор с $d_{\text{г}}$ = 1,55* (4:1,73)=3,6 см.

Таблица 2

Рекомендуемые параметры выбора номера элеватора

№ элеватора	0	1	2	3	4	5	6	7
D горловины, мм	... - 15	15 - 18.2	18.2 - 23.2	23.2 - 28.2	28.2 - 33.4	33.4 - 43.6	43.6 - 56	56 - ...

После выбора стандартного элеватора, имеющего диаметр горловины, ближайший к полученному по расчету (см.таблицу 2), определяют диаметр сопла по формуле или номограмме, приведенным в справочниках.

Диаметр сопла элеватора d_c, мм, можно определить по формуле

$$d_c = 9,6 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_c^{\,2}}{\Delta h_{эл.\min}}} \tag{8}$$

где G_c – расчетный расход сетевой воды (из тепловой сети) на систему отопления, т/ч ; $\Delta h_{эл.\min}$ – минимально необходимый напор, м.в.ст (см.ф. (1))

Диаметр сопла элеватора можно посчитать по формуле из справочника Щекина Р.В.:

$$d_c = \frac{10 \cdot d_{\text{г}}}{\sqrt{\frac{0,78}{G_{\text{пр}}^2}(1+u)^2 \cdot d_{\text{г}}^4 + 0,60 \cdot (1+u)^2 - 0,4 \cdot u^2}} \tag{9}$$

Так же можно воспользоваться приближенной формулой из приблизительной зависимости

$$d_c = \frac{d_г}{1+u} \qquad (10)$$

Диаметр сопла определяется с точностью до десятых долей миллиметра с округлением в меньшую сторону и принимается при расчетах не менее 3 мм.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена разность перепада температур в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей и местных систем отопления?
2. Каким образом решается вопрос понижения температуры при вводе тепловой сети в здание?
3. Какие бывают типы смесительных узлов?
4. Чем отличается классический водоструйный элеватор от регулируемого?
5. Расскажите назначение и принципы действия водоструйного элеватора?
6. Перечислите основные конструктивные элементы элеватора?
7. Какие бывают неисправности при эксплуатации элеваторных узлов?
8. Какой перепад давлений необходим перед элеватором для его нормальной работы?
9. Как определяется расход высокотемпературной воды, поступающей из тепловой сети?
10. Как определяется расход подмешиваемой воды, поступающей в местную систему отопления после элеватора?
11. Что такое коэффициент смешения и как его найти? Поясните его физический смысл.
12. Что такое естественное циркуляционное давление, возникающее в замкнутом контуре системы отопления здания?
13. Каков общий алгоритм подбора элеватора?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Испытание сетевого подогревателя типа ПСВ теплофикационной установки

Цель работы – изучение конструкций сетевых подогревателей (ПСВ). Выполнение конструктивного теплового расчета сетевого подогревателя типа ПСВ теплофикационной установки.

Режим работы ТЭЦ по отпуску тепла с сетевой водой диктуется потребителем тепла — тепловой сетью — и должен выполняться ТЭЦ в неукоснительном порядке. Поэтому одной из главных задач ТЭЦ является нагрев требуемого количества обратной сетевой воды $W_{с.в}$ с температурой $t_{о.с}$ до температуры прямой сетевой воды $t_{п.с.}$

На современных ТЭЦ для нагрева сетевой воды обычно используются два сетевых подогревателя, через которые нагреваемая сетевая вода проходит последовательно. Сначала она поступает в «нижний» подогреватель НСП, в который поступает пар «ниже по течению» в турбине, т.е. при меньшем давлении, а затем в «верхний» сетевой подогреватель ВСП, в который поступает пар с большим давлением. При работе двух сетевых подогревателей реализуется двухступенчатый нагрев сетевой воды, который более экономичен, чем одноступенчатый (т.е. с использованием только одного сетевого подогревателя — верхнего).

Схемы включения сетевых подогревателей

Сетевые подогреватели служат для подогрева паром из отборов турбин сетевой воды, используемой для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения тепловых потребителей.

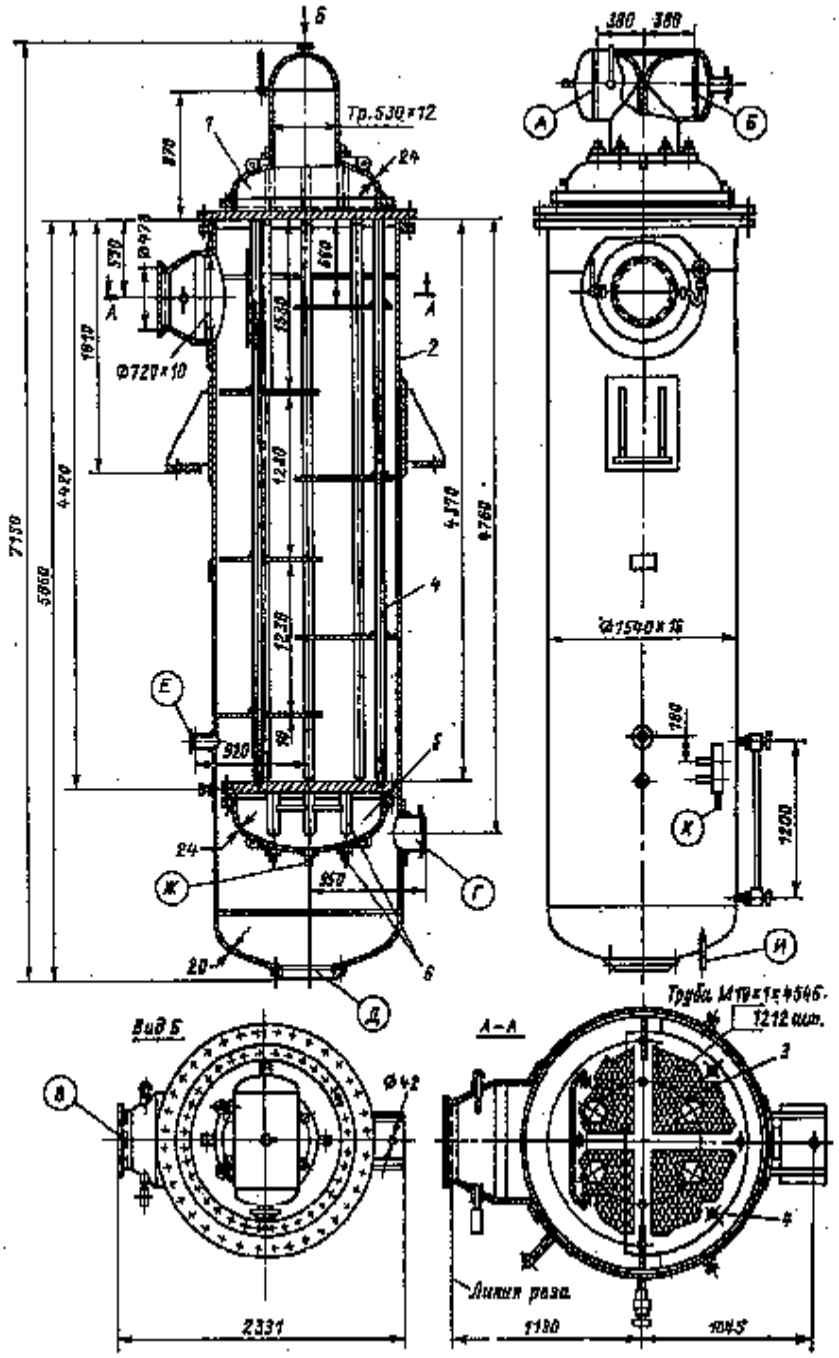
Небольшие сетевые подогревательные установки с теплопроизводительностью порядка 10 – 20 МВт имеются практически на всех ГРЭС, где они служат для отопления жилых поселков. Значительно более крупные подогревательные установки, применяют на отопительных ТЭЦ, снабжающих теплотой города и городские районы. На ГРЭС сетевые подогреватели питаются паром из нерегулируемых отборов турбин конденсационного типа, а на ТЭЦ для этой цели используют регулируемые отборы пара с давлением 0,05 - 0,25 МПа для турбин типов Т и ПТ.

Конструкции сетевых подогревателей

По конструкции различаются сетевые подогреватели *вертикального* и *горизонтального* типов.

В соответствии с отраслевым стандартом первые обозначаются буквами ПСВ, а вторые – ПСГ, первая цифра в обозначении подогревателя соответствует поверхности тепло обмена ($м^2$) , вторая и третья цифры максимальные рабочие давления пара и сетевой воды ($кгс/см^2$), четвертая (римская) цифра - модификация аппарата.

Горизонтальные сетевые подогреватели обеспечивают более удобную их компоновку в машинном зале и сокращение длины подводящих трубопроводов отборов пара.



Вертикальный сетевой подогреватель ПСВ-315-14-23:

А и Б – патрубки подвода и отвода сетевой воды; В – подвод греющего пара; Г – подвод дренажа (конденсата греющего пара) от подогревателя с более высоким давлением греющего пара при каскадном сливе; Д – отвод дренажа из подогревателя; Е – отсос паровоздушной смеси; Ж – штуцер для спуска сетевой воды из нижней («плавающей») водяной камеры; И - штуцер для спуска сетевой воды на нижнем днище корпуса подогревателя; 1 – верхняя водяная камера; 2 – корпус подогревателя; 3 – трубная система; 4 – анкерные трубки каркаса трубного пучка; 5 - «плавающей» водяная камера; 6 – анкерные связи трубной доски

Пример расчета сетевого подогревателя

Сетевой подогреватель теплофикационной установки должен подогревать воду в количестве (288 + *N*) кг/с от t'_2 = (50 + *N*) °С до t''_2 = (98 + *N*) °С паром с *p* = (2,45 + $N \cdot 10^{-2}$) кгс/см^2 (t_s = 126,8 °С при *p* = 0,245 МПа), где *N* − номер варианта студента.

Необходимо выбрать пароводяной сетевой вертикальный подогреватель из серии ПСВ. При расчете загрязнение поверхности нагрева учесть понижающим коэффициентом β = 0,8.

Решение

1) Прежде всего следует вспомнить формулу для расчета массового и объемного расхода $G_v = f \cdot \upsilon$

$$G_v = G_m / \rho \left[\left(м^3 / с \right) = \left(кг/с \right) \Big/ \left(кг/м^3 \right) \right]$$

2) По заданному расходу воды, задавшись скоростью 1−1,2 м/с

($G_v = 288/960 = 0,3 \left(м^3/с \right)$; $f = G_v / \upsilon = 0,3/1,2 = 0,25 м^2$) из таблицы 2 принимает к установке ПСВ-315-14-23 со следующими данными одного корпуса: поверхность нагрева *F* = 315 м^2, число ходов — 2, число латунных трубок *n* = 1144 шт.; площадь живого сечения для прохода воды *f* = 0,137 м^2; расчетная высота трубок (расстояние между соседними перегородками) *H* = 1,61 м; температура обратной сетевой воды t'_2 = 70 °С; температура прямой сетевой воды t''_2 = 116 °С.

3) Рассчитываем теплопроизводительность:

$$Q = G \cdot c \left(t''_2 - t'_2 \right) = 288 \cdot 4190 (116 - 70) = 55,5 \cdot 10^6 \text{ Вт.}$$

4) Рассчитываем средний температурный напор:

$$\Delta t_{ср} = \frac{\left(t_s - t'_2 \right) - \left(t_s - t''_2 \right)}{\ln \dfrac{t_s - t'_2}{t_s - t''_2}} = \frac{(126,8 - 70) - (126,8 - 116)}{\ln \dfrac{56,8}{10,8}} = 27,7 \text{ °С.}$$

5) Определяем среднюю температуру воды:

$$t_2^{ср} = t_s - \Delta t_{ср} = 126,8 - 27,7 = 99,1 \text{ °С.}$$

6) Плотность воды по таблице 3: ρ = 959 кг/м^3.

7) Средняя температура стенки:

$$t_{ст} = 0,5 \cdot \left(t_s + t_2^{ср} \right) = 0,5 \cdot (126,8 + 99,1) = 113 \text{ °С.}$$

8) Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м^2·°С) от стенки к воде:

$$\alpha_2 = \mathrm{Nu}_2 \cdot \frac{\lambda_2}{d_в}; \quad \mathrm{Nu}_2 = 0,021 \cdot \mathrm{Re}_2^{0,8} \cdot \mathrm{Pr}_2^{0,43} \cdot \left(\frac{\mathrm{Pr}_f}{\mathrm{Pr}_{ж}} \right)^{0,25} \qquad (1)$$

или $\alpha_2 = A_5 \cdot \dfrac{V_в^{0,8}}{d^{0,2}} = 3300 \cdot \dfrac{2,19^{,08}}{0,0175^{0,2}} = 13840,$ (2)

(A_5 см.табл.1)

где $V_в = \dfrac{G}{f \cdot \rho} = \dfrac{288}{0,137 \cdot 959} = 2,19$ м/с.

9) Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке:

а) рассчитываем

$\Delta t_{крит}$ = 395 · *D* / *H* = 395 · 0,0142 / 1,61 = 3,48, (3)

где *D* принимается по средней температуре пленки конденсата: $t_{пл} = 0,5 \cdot \left(t_s + t_{ст} \right) = 0,5 \cdot (126,8 + 113) = 119,9$ °С $\Rightarrow$ *D* = 0,0142;

(D см.табл.4)

б) рассчитываем $\Delta t_{ст} = t_s - t_{ст}$ = 126,8 – 113 = 13,8 °С;

в) сравниваем $\Delta t_{крит}$ и $\Delta t_{ст}$, если $\Delta t_{крит} < \Delta t_{ст}$, значит режим течения пленки конденсата смешанный.

Для смешанного режима

$$\alpha_1 = 1{,}163 \cdot \left[0{,}16 \cdot B + \frac{C}{H \cdot \Delta t_{ст}} \right] = 1{,}163 \cdot \left[0{,}16 \cdot 35950 + \frac{12780}{1{,}61 \cdot 13{,}8} \right] =$$

$= 7358$ Вт/(м^2·°С) (4) , (см.табл.4)

10) Коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{0{,}8}{\frac{1}{7358} + \frac{0{,}00075}{105} + \frac{1}{13840}} = 3605 \text{ Вт/(м}^2\text{·°С).}$$

11) Поверхность нагрева

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{ср}} = \frac{55{,}5 \cdot 10^6}{3605 \cdot 27{,}7} = 556 \text{ м}^2.$$

Вывод: принимаем два последовательно включенных по воде подогревателя ПСВ-315-14-23. Запас по поверхности нагрева составляет: $\Delta F = \frac{315 \cdot 2 - 556}{315 \cdot 2} \cdot 100 = 11{,}7$ %.

2.2. Формы промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студента по дисциплине производится лектором в устанавливаемые учебным управлением сроки в конце семестра. Лектор оценивает знания согласно заявленным компетенциям и фондом оценочных средств.

При подготовке к зачету с оценкой и его проведении используются контрольные вопросы по теме дисциплины.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

1. Общее понятие о системах теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.
2. Централизованные системы теплоснабжения. Общее понятие, состав и виды систем. централизованного теплоснабжения.
3. Децентрализованные системы теплоснабжения.
4. Мини-ТЭЦ
5. Водяные системы теплоснабжения. Классификация и особенности.
6. Закрытые системы водяного теплоснабжения. Схемы присоединения систем отопления.
7. Закрытые системы водяного теплоснабжения. Схемы присоединения систем отопления и ГВС.
8. Открытые системы водяного теплоснабжения. Схемы присоединения систем отопления и ГВС.
9. Однотрубная открытая система парового теплоснабжения.
10. Преимущества и недостатки закрытых и открытых систем теплоснабжения.
11. Паровые системы теплоснабжения. Классификация и особенности.
12. Паровая схема теплоснабжения без возврата конденсата.
13. Паровая схема теплоснабжения с возвратом конденсата.
14. Конденсат производственных потребителей
15. Системы сбора и возврата конденсата. Классификация и конструкция конденсатосборников.
16. Подбор конденсатных баков.
17. Схемы конденсатных насосных с расширительными баками и с охладителями конденсата. Дренажные насосные.
18. Схема установки конденсатоотводчиков на постоянном дренаже паропроводов.

19. Виды теплоисточников.
20. Типы теплофикационных установок для подготовки теплоносителя.
21. Сетевые подкачивающие и смесительные насосные. Схемы подкачивающих насосных на подающем и обратном трубопроводах.
22. Тепловая схема ТЭЦ с турбинами типа ПТ.
23. Тепловая схема ТЭЦ с турбинами типа Т.
24. Особенности отпуска тепла от турбин типа Р.
25. Схема теплофикационной установки атомной ТЭЦ.
26. Энергетические показатели тепловых электростанций. Коэффициент теплофикации
27. Схемы отпуска теплоты промышленному потребителю. Коэффициент теплофикации.
28. Расход теплоты на ТЭЦ. КПД ТЭЦ.
29. Расход пара на теплофикационную турбину
30. Тепловая схема водогрейной котельной.
31. Тепловая схема паровой котельной.
32. Характеристика потребителей теплоты.
33. Условия теплового комфорта помещений.
34. Тепловое потребление. Сезонная и круглогодовая тепловая нагрузка. Общие понятия.
35. Расчет расходов теплоты на отопление по уравнению теплового баланса и по укрупненным показателям.
36. Расчет расходов теплоты на отопление и вентиляцию по укрупненным показателям
37. Расчет расходов теплоты на ГВС.
38. Расчет технологических нагрузок.
39. Расчет годовых расходов тепла.
40. Классификация методов регулирования теплопотребления
41. Центральное качественное регулирование.
42. Качественное и количественное регулирование теплопотребления.
43. Качественно-количественное регулирование теплопотребления.
44. Определение температур и расходов сетевой воды при различных системах регулирования.
45. Суточные, недельные и годовые графики тепловых нагрузок систем теплоснабжения
46. Тепловые пункты систем теплоснабжения. Общие понятия, термины и определения. Состав оборудования и место расположения.
47. Основное оборудование тепловых пунктов
48. Одно- и двухступенчатая схема теплоснабжения
49. Схемы тепловых пунктов систем теплоснабжения .
50. Схемы системы подпитки в ИТП. Подбор подпиточного насоса.
51. Общий вид расширительных мембранных баков систем отопления и ГВС. Подбор расширительных мембранных баков.
52. Схемы теплового пункта с узлом смешения с трехходовым клапаном. Определение пропускной способности клапана. Подбор регулирующих клапанов узлов смешения.
53. Основы расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчеты.
54. Уравнения теплового баланса и теплопередачи для паровых и водоводяных подогревателей системы теплоснабжения.
55. Тепловой расчет кожухотрубчатых водо-водяных теплообменников системы теплоснабжения.
56. Тепловой расчет кожухотрубчатых пароводяных подогревателей сетевой воды.

Министерство образования и науки РФ
«Самарский государственный технический университет»
Кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине **Теплоснабжение промышленных предприятий**

направление подготовки 130301Теплоэнергетика и теплотехника, профиль

Экзаменационные вопросы

1. Виды теплоисточников.
2. Основное оборудование тепловых пунктов

Составил : доцент каф. ТОТиГ_____

Утверждаю: зав. кафедройТОТиГ _____В.А. Кудинов

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.05.05 «Теплоснабжение промышленных предприятий»
(шифр и наименование дисциплины)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
ПК-6 Способен эксплуатировать объекты теплоэнергетики				
1.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** По какому принципу классифицируются системы теплоснабжения на открытые и закрытые? а) По количеству труб в тепловой сети б) По способу присоединения системы ГВС в) По виду теплоносителя г) По радиусу действия	Б	Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.	7
2.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Укажите параметр, который является основной характеристикой работы элеватора в системе отопления? а) Коэффициент смешения б) Температура перегрева в) Давление насыщения г) Кратность циркуляции	А	Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения.	7
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Выберите две тепловые нагрузки, относящиеся к сезонным? а) Технологическая нагрузка и вентиляция б) Отопление и технологическая нагрузка в) Отопление и вентиляция г) ГВС и отопление	В	Раздел 4. Тепловое потребление.	7
4.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Выберите метод регулирования отпуска тепла, предполагающий изменение расхода теплоносителя при постоянной температуре? а) Качественное регулирование б) Количественное регулирование в) Качественно-количественное регулирование г) Местное регулирование	Б	Раздел 5. Регулирование теплопотребления.	7
5.	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный**	А	Раздел 6. Або-	7

<table>
<tr><td></td><td>ответ:
Отметьте предназначенный для компенсации температурного расширения воды в закрытых системах отопления элемент.
а) Расширительный бак
б) Подпиточный насос
в) Предохранительный клапан
г) Грязевик</td><td></td><td>нентские вводы систем теплоснабжения.</td><td></td></tr>
<tr><td>6.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:
Укажите схему присоединения системы отопления, используемую в открытых системах теплоснабжения?
а) Независимая (через теплообменник)
б) Зависимая (непосредственное присоединение)
в) С элеваторным узлом
г) С насосным смешением</td><td>В</td><td>Раздел 1. Классификация систем теплоснабжения.</td><td>7</td></tr>
<tr><td>7.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:
Укажите параметр, который обязательно должен быть известен для теплового расчета теплообменника по уравнению теплопередачи?
а) Гидравлическое сопротивление
б) Средний температурный напор
в) Шероховатость труб
г) Марка стали теплообменника</td><td>Б</td><td>Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.</td><td>7</td></tr>
<tr><td>8.</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:
Укажите для какой системы характерна схема с возвратом конденсата?
а) Водяная открытая
б) Паровая система теплоснабжения
в) Воздушная система отопления
г) Электрическое отопление</td><td>Б</td><td>Раздел 3. Паровые системы теплоснабжения.</td><td>7</td></tr>
<tr><td>9.</td><td>Прочитайте текст и установите соответствие между оборудованием теплового пункта и его функцией.
К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:
<table>
<tr><th>Оборудование</th><th>Функция</th></tr>
<tr><td>А. Элеватор
Б. Расширительный мембранный бак
В. Подпиточный насос</td><td>1. Компенсация теплового расширения
2. Поддержание давления и восполнение утечек
3. Снижение температуры воды за счет подмеса обратной воды
4. Очистка теплоносителя от механических примесей</td></tr>
</table>
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами
<table>
<tr><th>А</th><th>Б</th><th>В</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td><td>А3, Б1, В2</td><td>Раздел 6. Абонентские вводы систем теплоснабжения.</td><td>7</td></tr>
<tr><td>10.</td><td>Прочитайте текст и дополните фразу:

Уравнение _____ $Q = K \cdot F \cdot \Delta t$,
где Q – тепловой поток, K – коэффициент теплопередачи, F – поверхность нагрева, Δt – средний температурный напор, является основным при расчете теплообменных аппаратов систем теплоснабжения.</td><td>теплопередачи</td><td>Раздел 7. Тепловой расчет теплообменников систем теплоснабжения.</td><td>7</td></tr>
</table>

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с таблицей 1, процедура реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных результатов обучения, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица П1.1

Соответствие оценочных средств запланированным результатам обучения по дисциплине «Теплоснабжение промышленных предприятий» (7 семестр)

Компетенция	Оценочные средства			
	Контрольная точка 1 Проверка домашнего задания	**Контрольная точка 1** Проверка домашнего задания	**Отчеты по Практическим и лабораторным работам**	**Вопросы к зачету с оценкой**
			Раздел 1-7	
	Текущая аттестация			***Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)***
ПК-6	З1 ПК-6.1 У1 ПК-6.2 В1 ПК-6.3	З1 ПК-6.1 У1 ПК-6.2 В1 ПК-6.3	З1 ПК-6.1 У1 ПК-6.2 В1 ПК-6.3	З1 ПК-6.1 У1 ПК-6.2 В1 ПК-6.3

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.2

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1	Контрольная точка 1 *(проверка*	1 раз в семестр */ письменно*	экспертный	Зачет/незачет	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка

	домашнего задания)				преподавателя
2	Контрольная точка 2 *(проверка домашнего задания)*	1 раз в семестр */ письменно*	экспертный	Зачет/незачет	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
3	Отчет по лабораторным и практическим работам	Систематически на лабораторных и практических занятиях */ устно*	экспертный	Зачет/не зачет	Журнал учета успеваемости, рабочая книжка преподавателя
4	Вопросы и задания к зачету с оценкой	По окончании изучения дисциплины */ устно*	экспертный	По пятибальной шкале оценки	Рабочая книжка преподавателя, ведомость, зачетная книжка

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения представлены в карте компетенций.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных результатов обучения компетенций 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия критериев «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций.

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных результатов обучения компетенций на 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно», допускается критерий «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций.

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных результатов обучения компетенций 40% и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой.

«Неудовлетворительно», «незачет» – выставляется, если сформированность заявленных результатов обучения менее чем 40% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения выставляемым оценкам представлено в табл. П2.4.

Таблица П2.4

Критерии	**Традиционная оценка**	**Балльно-рейтинговая оценка**
5	отлично	86-100
4	хорошо	61-85
3	удовлетворительно	51-60
2 и 1	не удовлетворительно	0-50

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Обучающиеся, сдавшие отчеты по лабораторным работам, допускаются к промежуточной аттестации.