

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И. С. Александров

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в
бакалавриате по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

Калининград
2023

УДК 697.343

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры строительства ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»

А.А. Герасимов

Александров, И. С.

Теплоснабжение: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направ. подгот. 08.03.01 Строительство / **И. С. Александров.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 23 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Табл. 1, рис. – 3, список лит. – 6 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

УДК 697.343

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Александров И.С., 2023 г.

Содержание

Введение	4
1. Тематический план занятий	9
2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов.....	19
Список рекомендуемой литературы.....	20
Приложение А. Экзаменационные вопросы.....	21

Введение

Дисциплина *Теплоснабжение* входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»).

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний в области централизованного теплоснабжения, проектирования, строительства и эксплуатации систем теплоснабжения коммунальных потребителей.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: нормативные акты, нормативные технические документы, правила и нормы, относящиеся к сфере строительства в части теплоснабжения.

Уметь: проектировать и эксплуатировать системы централизованного теплоснабжения промышленных предприятий и жилищно-коммунальных потребителей; работать с профессиональной документацией из области теплоснабжения.

Владеть: навыками систематизации необходимой информации; навыками выбора технологических решений проекта зданий с учетом полноты и актуальности информации.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки студентов, полученные при изучении дисциплин *Термодинамика и теплообмен* и *Основы теплогазоснабжения и вентиляции*

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и вопросы для практических занятий;
- задания и вопросы для лабораторных работ;
- задания для курсового проекта;
- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине *Теплоснабжение* предусмотрены практические и лабораторные работы. На выполнение некоторых практических работ необходимо затратить более одного академического часа.

Перед началом выполнения практической или лабораторной работы обучающиеся изучают задание, и после методических указаний преподавателя приступают к его выполнению. Защита работы проводится либо на очередном практическом/лабораторном занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Обучающийся, защитивший работу с ответами на вопросы, получает оценку «зачтено» за данную практическую/лабораторную работу.

Задание для выполнения курсового проекта обучающиеся получают в начале семестра. Целью выполнения курсового проекта является формирование компетенций, связанных с профессиональной деятельностью, систематизация знаний, умений, навыков, полученных при изучении теоретического курса. При этом обучающемуся дается возможность самостоятельного решения отдельных вопросов в области профессиональных задач в области проектирования и расчета систем централизованного теплоснабжения.

Основная часть пояснительной записки курсового проекта состоит из двенадцати разделов [8]. В течение семестра преподаватель осуществляет текущий контроль выполнения разделов курсового проекта на практических занятиях.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Каждый вариант теста включает в себя 30 вопросов, на каждый из которых приведены три-четыре варианта ответа, в том числе один правильный. Оценивание осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

Промежуточная аттестация по дисциплине *Теплоснабжение* проводится в форме защиты курсового проекта, зачета, экзамена.

Система оценивания результатов защиты курсового проекта, зачета и экзамена включает в себя следующие оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценки представлены в табл. 1.

Выполненный курсовой проект представляется для проверки на кафедру строительства не позднее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации по дисциплине. После проверки курсовой проект допускается к защите или отправляется на доработку. Если курсовой проект отправляется на доработку, следует устранить все замечания, указанные преподавателем, и повторно сдать её на проверку.

Если курсовой проект допускается к защите, студент должен быть готовым дать все необходимые пояснения по расчетам, чертежам и содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка, при этом учитываются правильность выполнения заданий, оформление работы, а также качество защиты.

Условия допуска к экзамену для студентов:

1. Выполненные и защищенные в полном объеме практические работы, предусмотренные программой.

2. Выполненные и защищенные в полном объеме лабораторные работы, предусмотренные программой.

3. Выполненный и защищенный на положительную оценку («удовлетворительно», «хорошо», «отлично») курсовой проект.

4. Выполненный на оценку «зачтено» тест.

Порядок и правила выставления экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

Таблица 1 – Система и критерии оценивания

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
Осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Тематический план занятий

Тема 1. Тепловые нагрузки

Ключевые вопросы темы

1. Классификация потребителей теплоты. Сезонные и круглогодичные тепловые нагрузки.
2. Методы определения расчетных тепловых нагрузок.
3. Графики потребления теплоты.
4. Коэффициент неравномерности потребления теплоты и число часов использования максимума.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические) типов.

Тема практической работы 1. Определение расчетных тепловых нагрузок для проектирования тепловых сетей.

Цель работы: научиться определять расчетные значения тепловых нагрузок по видам теплопотребления по укрупненным показателям.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Перечислите сезонные тепловые нагрузки?
2. Что такое теплофикация?
3. Перечислите набор исходных данных для определения тепловой нагрузки на отопление отдельно стоящего жилого здания?
4. Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение (ГВС) относится к круглогодичному виду нагрузок. Изменяется ли ее значение в летний период относительно отопительного периода?
5. Максимальная часовая тепловая нагрузка на ГВС применяется для проектирования системы теплоснабжения с баками-аккумуляторами горячей воды или без таковых?
6. Определить для условий г. Хабаровска расчетные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение пяти кварталов района города (см. рис. 1).

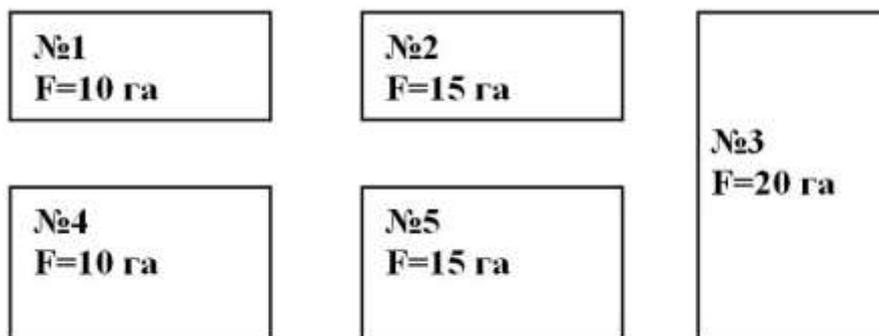


Рисунок 1 - Район города

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_0 = -31$ °С. Плотность населения $P = 400$ чел/га. Общая площадь жилого здания на одного жителя $f_{\text{общ}} = 18$ м²/чел. Средняя за отопительный период норма расхода горячей воды на одного жителя в сутки $a = 115$ л/сутки.

Тема 2. Схемы и системы теплоснабжения

Ключевые вопросы темы

1. Потребители теплоты. Требования, потребителей теплоты к свойствам и параметрам теплоносителей.
2. Водяные и паровые системы теплоснабжения. Вода и пар как теплоносители.
3. Закрытые и открытые водяные системы теплоснабжения. Зависимое и независимое присоединение.
4. Способы подключения абонентов в закрытых и открытых тепловых сетях. Параллельное, смешанное и последовательное присоединение подогревателей горячего водоснабжения.
5. Принципы регулирования отпуска теплоты. Связанное и несвязанное регулирование отпуска теплоты на отопление зданий.
6. Автоматизация систем теплоснабжения. Регуляторы расхода, давления, температуры.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические) типов.

Тема практической работы 2. Разработка схемы присоединения административного здания к двухтрубным тепловым сетям.

Цель работы: научиться определять оптимальный вариант схемы присоединения абонента к тепловым сетям применительно к зданиям различного назначения.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Объясните, как реализуется принцип связанного и несвязанного регулирования в системах теплоснабжения?
2. Дайте определение закрытой и открытой системы теплоснабжения?
3. Дайте определение зависимого и независимого присоединения систем отопления потребителей к тепловым сетям?
4. При каких условиях применяется последовательное двухступенчатое присоединение подогревателей горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям?
5. Объясните принцип действия регулятора расхода прямого действия?

6. От чего зависит состав узла учета тепловой энергии в схеме автоматизации теплового пункта?

7. При каких условиях применяется параллельное присоединение подогревателей горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям?

8. Перечислите недостатки открытых систем теплоснабжения?

Тема 3. Регулирование отпуска теплоты

Ключевые вопросы темы

1. Способы регулирования систем централизованного теплоснабжения на основе анализа уравнений теплового баланса. Центральное качественное, количественное и качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки.

2. Групповое и местное регулирование тепловой нагрузки. Сравнение методов регулирования.

3. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Отопительный график температур.

4. Регулирование разнородной тепловой нагрузки по нагрузке отопление. Построение графиков температур и расходов теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

5. Регулирование разнородной тепловой нагрузки по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Повышенный и скорректированный графики температур.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические) типов.

Тема практической работы 3. Построение графиков центрального качественного регулирования.

Цель работы: освоить методики построения отопительно-бытового, повышенного и скорректированного графиков регулирования.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Перечислите и дайте определение способам регулирования тепловых нагрузок в системах теплоснабжения?

2. Перечислите ступени регулирования отпуска теплоты и определите способ регулирования, соответствующий каждой ступени?

3. В каком случае при проектировании системы теплоснабжения требуется построение повышенного температурного графика центрального качественного регулирования?

4. Как влияет способ регулирования на схему присоединения потребителей к тепловым сетям?

5. Для открытой системы теплоснабжения построить график центрального качественного регулирования отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения (скорректированный температурный график). Расчётные расходы теплоты на отопление $Q_o=200$ МВт, на горячее водоснабжение $Q_{hm}=50$ МВт, балансовый коэффициент $K_b=1,1$. Температура горячей воды в системе горячего водоснабжения $t_h=60$ °С, холодной $t_c=5$ °С, $\tau'_{1,o}=150$ °С, $\tau'_{2,o}=70$ °С, $t_o=-25$ °С, $t_i=18$ °С, $\tau'_{3,o}=95$ °С.

6. Для закрытой системы теплоснабжения построить график центрального качественного регулирования отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения (повышенный температурный график). Температуру воды в тепловой сети при регулировании по отопительной нагрузке взять из вопроса № 5. Водоподогреватели горячего водоснабжения у абонентов присоединены по двухступенчатой последовательной схеме. Для типового абонента при Q_{hm}/Q_o , балансовый коэффициент $K_b=1,2$. Температура горячей воды в системе горячего водоснабжения (ГВС) $t_h=55$, холодной воды $t_c=5$. Недогрев водопроводной воды в подогревателе нижней (первой) ступени в точке излома температурного графика принимать в пределах $\Delta t'''=5\div 10$ °С.

7. Для закрытой системы теплоснабжения построить графики расхода сетевой воды на отопление и вентиляцию, а также график температуры воды на выходе из калориферов, если расчётные тепловые нагрузки на отопление равны $Q^p_o=300$ МВт, на вентиляцию $Q^p_v=80$ МВт. Расчётная температура наружного воздуха для проектирования отопления t_o , температур сетевой воды в подающей $\tau_{1,o}$ и обратной $\tau_{2,o}$ магистралях тепловой сети должны быть взяты из вопроса № 5.

Тема 4. Гидравлические режимы тепловых сетей

Ключевые вопросы темы

1. Определение расчетных расходов теплоносителя. Гидравлический расчет теплопроводов. Определение оптимальной величины удельных потерь давления. Расчет разветвленной тепловой сети. Особенности расчета закольцованных сетей.

2. Пьезометрические графики. Статический и динамический режимы. Требования к режиму давления. Разработка режима давления при сложном рельефе местности и протяженных тепловых сетях. Подбор сетевых и подпиточных насосов.

3. Определение гидравлического сопротивления тепловой сети. Гидравлический режим закрытых тепловых сетей с автоматизированными и неавтоматизированными абонентами.

4. Гидравлический режим открытых тепловых сетей. Гидравлический режим тепловых сетей с насосными и дросселирующими станциями.

5. Гидравлический удар. Гидравлическая устойчивость систем теплоснабжения и способы ее повышения.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные) типов.

Тема практической работы 4. Гидравлический расчет двухтрубной водяной тепловой сети.

Цель работы: освоить методику и особенности гидравлического расчета водяных теплосетей.

Тема лабораторной работы 1. Гидравлические режимы тепловых сетей.

Цель работы: построить пьезометрические графики для двухтрубной водяной тепловой сети при различных режимах работы; Исследовать влияние положения нейтральной точки на уровень давлений в тепловой сети.

Тема лабораторной работы 2. по экспериментальным данным рассчитать коэффициент гидравлического трения λ , определить коэффициент эквивалентной шероховатости k_s трубопровода, коэффициенты местных сопротивлений ζ , эквивалентные длины $l_{\text{экв}}$ местных сопротивлений, укрупненный показатель k_m для участков трубопровода. Для заросшей трубы определить величину зарастания Δd , рассчитать коэффициенты увеличения скорости и удельных потерь давления по длине вследствие зарастания k_v , k_R . Для всех видов участков определить гидравлический режим движения теплоносителя.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. В чем принципиальное отличие в методике гидравлического расчета водяных тепловых сетей от расчета паропроводов?

2. Определите состав исходных данных для гидравлического расчета водяной теплосети?

3. Дайте определение понятию «гидравлического удара» в тепловых сетях?

4. В чем особенность гидравлического режима открытых тепловых сетей?

5. Дайте определение понятию «гидравлическая устойчивость» тепловой сети?

6. Чем определяется величина статического давления в тепловой сети?

7. Выполнить гидравлический расчет магистральных теплопроводов двухтрубной водяной тепловой сети закрытой системы теплоснабжения. Расчетная схема теплосети от источника теплоты (ИТ) до кварталов города (КВ) приведена на рис. 2. Для компенсации температурных деформаций

предусмотреть сальниковые компенсаторы. Удельные потери давления по главной магистрали принять в размере 30-80 Па/м.

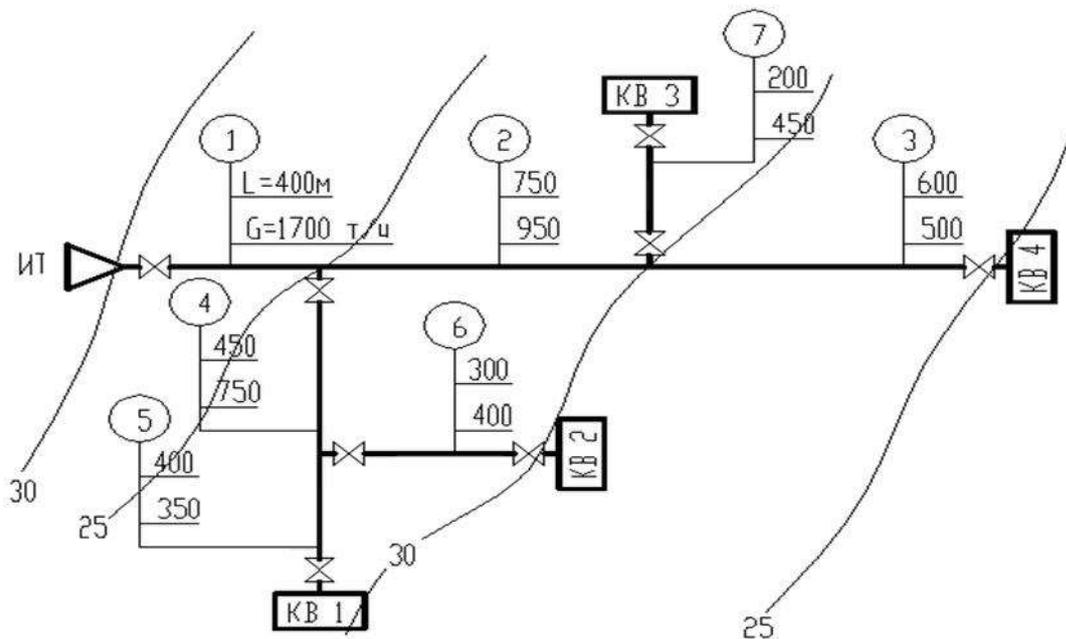


Рисунок 2. Расчетная схема тепловой сети.

8. По данным гидравлического расчета из вопроса № 7 построить пьезометрические графики для отопительного и неотапительного периодов. Максимальный расход сетевой воды на горячее водоснабжение в неотапительный период принять равным 800 т/ч. Расчетные температуры сетевой воды 150-70. Этажность зданий принять 9 этажей.

Тема 5. Расчет и выбор конструктивных элементов тепловых сетей

Ключевые вопросы темы

1. Механический расчет тепловых сетей.
2. Компенсация температурных деформаций трубопроводов. Конструкции компенсаторов. Выбор типов компенсаторов. Расчет их компенсирующей способности.
3. Естественная компенсация. Расчет естественной компенсации.
4. Подвижные и неподвижные опоры. Расчет усилий на опоры. Выбор опор.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические) типов.

Тема практической работы 5. Определение нагрузок на подвижные и неподвижные опоры трубопроводов тепловых сетей.

Цель работы: определить вклад от каждой составляющей в общие

вертикальные и осевые нагрузки. Освоить методику определения нагрузок на опоры тепловых сетей.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Укажите назначение подвижных и неподвижных опор в тепловых сетях?
2. Что называют «разгруженной неподвижной опорой»?
3. Перечислите типы компенсирующих устройств, применяемых в тепловых сетях?
4. Перечислите обязательные места установки неподвижных опор на трубопроводах тепловых сетей?
5. От чего зависит шаг установки подвижных опор?
6. Определить изгибающее напряжение от термических деформаций в трубопроводе диаметром $d_n = 159$ мм у неподвижной опоры А (рисунок 3) при расчетной температуре теплоносителя $\tau = 150$ °С и температуре окружающей среды $t_0 = -31$ °С. Модуль продольной упругости стали $E = 2 \times 10^5$ МПа, коэффициент линейного расширения $\alpha = 1,25 \times 10^{-5}$ 1/°С. Сравнить с допускаемым напряжением $\delta_{доп} = 80$ МПа.

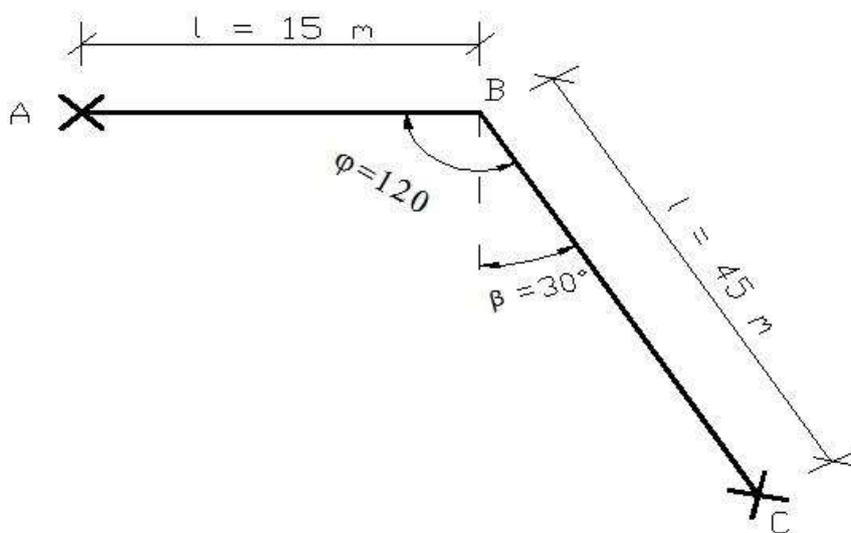


Рисунок 3.

7. Определить размеры П-образного ($D_y = 150$ мм) компенсатора и его реакцию для участка трубопровода с длиной пролета между неподвижными опорами $L = 100$ м. Расчетная температура теплоносителя $\tau_1 = 150$ °С. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_0 = -31$ °С. Учесть при расчетах предварительную растяжку компенсатора.

Тема 6. Тепловой расчет теплопроводов

Ключевые вопросы темы

1. Тепловой расчет теплопроводов для различных способов прокладки.
2. Тепловые потери при надземной, подземной канальной и бесканальной прокладке тепловых сетей.
3. Расчет падения температуры теплоносителя.
4. Эффективность тепловой изоляции.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные) типов.

Тема практической работы 6. Расчет толщины тепловой изоляции.

Цель работы: освоить методику расчета толщины тепловой изоляции трубопроводов при различных способах прокладки тепловых сетей.

Тема лабораторной работы 3. Тепловая изоляция и тепловые потери.

Цель работы: определить удельные потери тепла изолированного и неизолированного теплопроводов; рассчитать погрешность определения удельных потерь тепла; вычислить коэффициент полезного действия теплоизоляционной конструкции.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Дайте определение понятию «эффективность тепловой изоляции»?
2. Знание каких теплофизических свойств материала тепловой изоляции необходимо для проведения теплового расчета?
3. Что такое «критический диаметр тепловой изоляции»?
4. Как учитывается влияние температурного поля соседнего трубопровода при проведении расчета температуры грунта?
5. По чугунному теплопроводу диаметром $60 \times 3,5$ мм движется пар с температурой $t_n = 325$ °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 110$ Вт/(м²·К). Окружающий наружный воздух имеет температуру $t_w = 20$ °С. Найти удельные тепловые потери, если теплопровод изолирован слоем пеношамота толщиной 70 мм, а коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\alpha_2 = 15$ Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности чугуна равен 90 Вт/(м·К), а пеношамота – 0,29 Вт/(м·К).
6. Определить по нормируемой плотности теплового потока толщину тепловой изоляции для двухтрубной тепловой сети с $d_n = 159$ мм, проложенной в канале типа КЛП 90х45. Глубина заложения канала $h_k = 1,0$ м. Среднегодовая температура грунта на глубине заложения оси трубопроводов $t_0 = 4$ °С. Теплопроводность грунта $\lambda_{гр} = 2,0$ Вт/(м·К). Тепловая изоляция - маты из стеклянного штапельного волокна с защитным покрытием из стеклопластика рулонного РСТ. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе составляет $\tau_1 = 86$ °С, в обратном $\tau_2 = 48$ С.

Тема 7. Оборудование тепловых сетей

Ключевые вопросы темы

1. Конструкции теплопроводов для надземной и подземной прокладки.
2. Трубы и арматура.
3. Изоляционные и антикоррозионные покрытия. Температурно-влажностный режим изоляции. Защита от коррозии.
4. Трасса и профиль тепловой сети.
5. Сложные конструкции переходов через естественные и искусственные препятствия.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные) типов.

Тема практической работы 7. Выбор стандартных размеров железобетонных каналов для двухтрубной тепловой сети при подземном способе прокладки.

Цель работы: ознакомиться с конструкцией сборных железобетонных каналов для тепловых сетей. Уяснить нормативные требования к размещению трубопроводов при прокладке теплосетей подземным канальным способом.

Тема лабораторной работы 4. Оборудование тепловых пунктов.

Цель работы: аналитически и экспериментально определить гидравлическое сопротивление водоводяного кожухотрубного скоростного подогревателя по трубному и межтрубному пространствам.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назовите существующие на данный момент способы прокладки тепловых сетей?
2. Перечислите нормативные требования к установке запорной арматуры на трубопроводах тепловых сетей?
3. Какие существуют способы защиты от коррозии в тепловых сетях?
4. Укажите нормативные требования к трубопроводам тепловых сетей при пересечении ими автомобильных дорог?
5. Каким нормативным документом определяются требования к минимальным расстояниям в плане от трубопроводов тепловых сетей до смежных коммуникаций?
6. Каким должен быть минимальный уклон тепловых сетей при подземной прокладке?
7. Укажите обязательное требование к транзитной прокладке тепловых сетей по территории детских дошкольных, школьных и лечебно-профилактических учреждений?

8. Укажите мероприятия предусматриваемые в местах пересечения тепловых сетей при их подземной прокладке в каналах или тоннелях с газопроводами?

9. Укажите мероприятия, выполняемые при пересечении тепловыми сетями действующих сетей водопровода и канализации, расположенных над трубопроводами тепловых сетей?

10. Допускается ли использовать запорную арматуру в качестве регулирующей в тепловых сетях?

Тема 8. Надежность систем теплоснабжения

Ключевые вопросы темы

1. Категории надежности потребителей теплоты.
2. Повреждения и отказы в тепловых сетях. Поток отказов. Вероятность отказов.
3. Свойства надежности тепловых сетей. Нормативы надежности. Показатели надежности.
4. Качество теплоснабжения. Обеспечение заданных параметров теплоснабжения. Методы повышения надежности.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) типов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Сколько существует категория надежности потребителей теплоты и какими нормативными документами это определяется?
2. Что понимают под надежностью системы централизованного теплоснабжения?
3. Дайте определение «потока отказов»?
4. Перечислите свойства надежности тепловых сетей?
5. Какие существуют критерии надежности систем централизованного теплоснабжения?
6. Какие современные методы повышения надежности систем теплоснабжения Вы знаете?
7. Какими способами обеспечиваются заданные параметры теплоснабжения?
8. Какие существуют постепенные и стихийные причины повреждаемости тепловой сети?

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации в области теплоснабжения. Только после этого можно приступать к выполнению практических заданий работ.

После проработки теоретического материала, выполнения практической работы нужно ответить на вопросы для самоконтроля. Ответы должны быть развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

При освоении данной дисциплины студент должен выполнить курсовой проект [8], пройти тестирование.

При выполнении курсового проекта следует придерживаться следующих правил:

- исходные данные должны полностью соответствовать варианту;
- все решения необходимо сопровождать пояснениями и подробными вычислениями.

Курсовой проект рекомендуется начинать выполнять сразу после прослушивания необходимого теоретического материала на лекциях, выполнения соответствующих заданий на практических занятиях.

Тестирование проводится на практических занятиях, каждый вариант теста включает в себя 30 вопросов.

Список рекомендуемой литературы

1. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение: учебник / А. Л. Шкаровский. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 392 с.
2. Авдюнин, Е. Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник / Е. Г. Авдюнин. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 300 с.
3. Самарин, О. Д. Системы теплоснабжения, газоснабжения: учебное пособие / О. Д. Самарин. – Москва: МИСИ – МГСУ, 2020. – 60 с.
4. Козин, В.Е. Теплоснабжение. Учебное пособие / В.Е. Козин, Т.А. Левина. – Москва: Издательство АСВ, 2006. – 404 с.
5. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – Москва, 1997. – 79 с.
6. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Москва, 2012. – 78 с.
7. Профессиональная справочная система Техэксперт <http://техэксперт.рус/>
8. Теплоснабжение: учеб.-метод. пособие к курсовому проектированию для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. "Строительство" (профиль подгот. "Теплогазоснабжение и вентиляция") / М.-Р. А. Умбрасас, И. С. Александров; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград : КГТУ, 2014. – 137 с.

Приложение А. Экзаменационные вопросы

1. Классификация тепловых нагрузок.
2. Определение расходов теплоты.
3. График продолжительности тепловых нагрузок.
4. Классификация систем теплоснабжения.
5. Присоединение абонентов в водяных закрытых системах теплоснабжения.
6. Присоединение абонентов в водяных открытых системах теплоснабжения.
7. Однотрубные системы теплоснабжения.
8. Паровые системы теплоснабжения.
9. Центральные тепловые пункты.
10. Гидравлические регуляторы давления и расхода прямого действия.
11. Гидравлические регуляторы давления и расхода непрямого действия.
12. Методы регулирования в системах теплоснабжения.
13. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов.
14. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки.
15. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки.
16. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
17. Выбор метода регулирования тепловой нагрузки.
18. Трасса и способ прокладки тепловых сетей.
19. Определение расчетных расходов теплоносителя в системах теплоснабжения.
20. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета тепловых сетей.
21. Порядок гидравлического расчета тепловых сетей.
22. Пьезометрический график.
23. Основные требования к режиму давления в тепловых сетях.
24. Установление требуемого гидростатического и гидродинамического режимов работы системы теплоснабжения.
25. Выбор способа присоединения абонентов в соответствии с пьезометрическими линиями.
26. Гидравлическая характеристика тепловой сети и способы ее определения.
27. Гидравлический режим закрытых тепловых сетей.
28. Гидравлический режим открытых тепловых сетей
29. Гидравлическая устойчивость.
30. Гидравлический режим тепловой сети с насосными на подающем трубопроводе.
31. Гидравлический режим тепловой сети с насосными на обратном трубопроводе.

32. Гидравлический режим тепловой сети с насосными и дросселирующими подстанциями.
33. Гидравлический удар в тепловых сетях.
34. Трасса и профиль тепловой сети.
35. Классификация конструкций теплопроводов.
36. Подземные канальные прокладки тепловых сетей.
37. Наземные бесканальные прокладки тепловых сетей.
38. Надземная прокладка тепловых сетей.
39. Промежуточные опоры (назначение, определение расстояний между опорами, конструктивное исполнение).
40. Неподвижные опоры (назначение, определение усилий, конструктивное исполнение).
41. Компенсация температурных деформаций (теоретические основы, классификация компенсирующих устройств).
42. Радиальная и естественная компенсация температурных деформаций.
43. Основные зависимости теплового расчета теплопроводов.
44. Тепловой расчет подземных канальных теплопроводов.
45. Тепловой расчет подземных бесканальных теплопроводов.
46. Тепловой расчет теплопроводов надземной прокладки тепловых сетей.
47. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции.
48. Падение температуры теплоносителя и выпадение конденсата.
49. Надежность теплоснабжения.
50. Организация эксплуатации систем теплоснабжения.

Локальный электронный методический материал

Игорь Станиславович Александров

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,6. Печ. л. 1,4.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1