**Краевое государственное бюджетное**

**профессиональное образовательное учреждение**

**«Минусинский сельскохозяйственный колледж»**

**Методические указания по выполнению**

**практических работ**

**по МДК.01.01. Раздел 9 Эксплуатация систем отопления и вентиляции**

**ПМ.01. Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения**

**специальности 13.02.02** Теплоснабжение и теплотехническое оборудование,

**Минусинск, 2019**

Рассмотрены

на заседании цикловой комиссии

преподавателей

теплотехнических дисциплин

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_2019г.

Методист ЦК

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.А. Кулакова

Методические указания по выполнению практических работ по МДК.01.01. Раздел 9 Эксплуатация систем отопления и вентиляции адресованы студентам очной формы обучения по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Методические указания содержат перечень образовательных результатов в соответствии с требованиями ФГОС, инструкционно-технологические карты на практические работы, рекомендации по оформлению отчета.

Для каждого практического занятия определены цели работы, приведены краткие теоретические сведения, содержание и последовательность выполнения задания, приведены краткие инструкции с методикой выполнения.

Автор:Евдокимова Светлана Владимировна, преподаватель высшей квалификационной категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж

Рецензент: Глебова Татьяна Николаевна, преподаватель первой квалификационной категории, Минусинский сельскохозяйственный колледж.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 4 |
| Рекомендации по оформлению отчета | 8 |
| Практическое занятие 1 Определение расхода теплоты для отопления | 9 |
| Практическое занятие 2 Определение теплопотерь (с применением программы Microsoft Excel) | 11 |
| Практическое занятие 3. Определение поверхности нагрева отопительных приборов | 16 |
| Практическое занятие 4. Расчет систем отопления | 18 |
| Практическое занятие 5. Расчет воздухообмена в помещении | 21 |
| Практическое занятие 6. Составление схем воздуховодов и определение расходов по участкам | 21 |
| Практическое занятие 7. Расчет систем вентиляции | 23 |
| Список использованной литературы | 25 |

**Введение**

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по выполнению практических работ по МДК.01.01. Раздел 9 Эксплуатация систем отопления и вентиляции созданы Вам в помощь для подготовки к практическим занятиям, работы на занятиях и правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, необходимо внимательно прочитать цели и задачи, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные результаты.

Отчет о работе выполнить по приведенному алгоритму в инструкционно-технологической карте.

Наличие положительной оценки по практической работе необходимо для получения допуска по дисциплине к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за работу необходимо найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим занятиям или при выполнении заданий у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

Желаем Вам успехов!!!

Практическое обучение является центральной частью профессионального образования и направленно на понимание значимости выбранной профессии, на отработку у обучающихся умений, навыков и знаний по учебным дисциплинам.

Цель практических занятий: формирование у студентов общих и профессиональных компетенций, приобретение практических профессиональных умений в рамках учебной дисциплины МДК.01.01. Раздел 9 Эксплуатация систем отопления и вентиляцииспециальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

При выполнении практических работ студенты закрепляют знанияоснов монтажного проектирования, нормативных требований, предусмотренных строительными нормами и правилами при монтаже систем отопления и вентиляции, последовательности операций при монтаже систем отопления и вентиляции, методики проведения технических испытаний систем отопления и вентиляции.

Задачи практических работ:

* сформировать умения по выполнению монтажного эскиза отдельных узлов системы отопления и вентиляции;
* сформировать умения по разработке монтажных чертежей элементов и деталей системы отопления и вентиляции;
* изучить методику расчета по определению теплопотерь через ограждающие конструкции
* изучить методику расчета по определению числа секций отопительных приборов;
* отработать умение подбирать марку деталей для систем отопления и вентиляции;
* сформировать умения по выполнению монтажных чертежей систем отопления согласно требованиям Госстандарта;
* закрепить знания нормативных требований к монтажу оборудования и трубопроводов систем отопленияи вентиляции
* отработать умение разрабатывать схему последовательности сборки стояка однотрубной и двухтрубной систем отопления.

В процессе изучения материала на занятиях, при выполнении практических работ по МДК.01.01. Раздел 9 у студентов формируются общие, профессиональные компетенции:

ОК 1.Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2.Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4.Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5.Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК7.Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8.Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 9.Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

При выполнении практических работ на студентов распространяются правила охраны труда, правила внутреннего распорядка, действующие в образовательном учреждении и правила пожарной безопасности.

Выполненная работа представляется преподавателю в форме отчета на отдельном листе.

Критерии оценки качества выполнения практических работ:

* Отметка «5». Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме. Работа выполнена в срок, студент сумел рассчитать время, необходимое для подготовки работы, четко понимает цель задания. Грамотно отвечает на поставленные вопросы, используя профессиональную лексику.
* Отметка «4». Работа выполняется в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний. Работа показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежности в оформлении результатов работы.
* Отметка «3». Работа выполняется и оформляется студентом при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу студентов. На выполнение работы затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе.
* Отметка «2» выставляется в том случае, когда студенты не подготовлены к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Работа оформлена небрежно. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений, низкий интеллект. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных учащихся неэффективны по причине плохой подготовки.

**Рекомендации по оформлению отчета**(общие требования)

* Для отчетов по практическим работам используется рукописный текст на развернутых листах тетрадей в клетку, цвет текста - синий, фиолетовый, черный.
* Титульный лист должен выполняться в соответствии с приложением А.
* Содержание отчета и порядок расположения заданий должны соответствовать инструкционно-технологической карте на выполнение работы.
* Текст и оформление иллюстраций, таблиц должны удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.
* Ошибки, помарки и графические неточности допускается исправлятьаккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением натом же месте исправленного текста. Повреждения листов,помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) недопускаются.
* Сокращения слов в тексте отчета и подрисуночном тексте не допускаются.
* Порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемыхвеличин.
* Расчет в общем случае должен содержать:
* задачу расчета;
* данные для расчета;
* расчет.
* Заключение должно содержать оценку результатов, выводы о проделанной работе.

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № **1**

***Тема:*Отопление**

***Наименование работы:*Определение расхода теплоты для отопления.**

***Цель:*формирование умений по определению расхода теплоты для отопления**

***Задачи:***

-изучить методику расчета по определению расхода теплоты для отопления;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научиться прорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:***ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

***Образовательные результаты:***

Студент должен

**уметь**:

-выполнять расчет по определению расхода теплоты для отопления

**знать:**

-методику расчета по определению расхода теплоты для отопления.

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

Потери теплоты помещениями через ограждающие конструк­ции помещений наземных зданий определяют путем суммирова­ния потерь теплоты через отдельные наружные ограждения (НС, ДО, ДД, Пл, Пт) и потерь (поступлений) теплоты через внутренние ограждения, если температура воздуха в соседних помещениях ниже или выше тем­пературы в данном помещении *более* чем на 3 °С.

Расчетные температуры воздуха в помещении t„ и наружного воздуха tн определяют по СНиПам.

Расчетные площади *F*ограждающих конструкций определя­ют по планам и разрезам зданий и сооружений.

Добавочные теплопотери через ограждающие конструкции определяют в процентах от основных теплопотерь ограждений добавками на ориентацию по отношению к сторонам горизонта, добавками на поступление холодного воздуха через входы, а также на высоту для помещений высотой более 4 м.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию:**

1. Перечислите известные Вам дополнительные теплопотери.

2. Поясните, как рассчитывается площадь неотапливаемых полов?

3.Чем вызвана необходимость расчета потерь теплоты для ограждающих конструкций зданий?

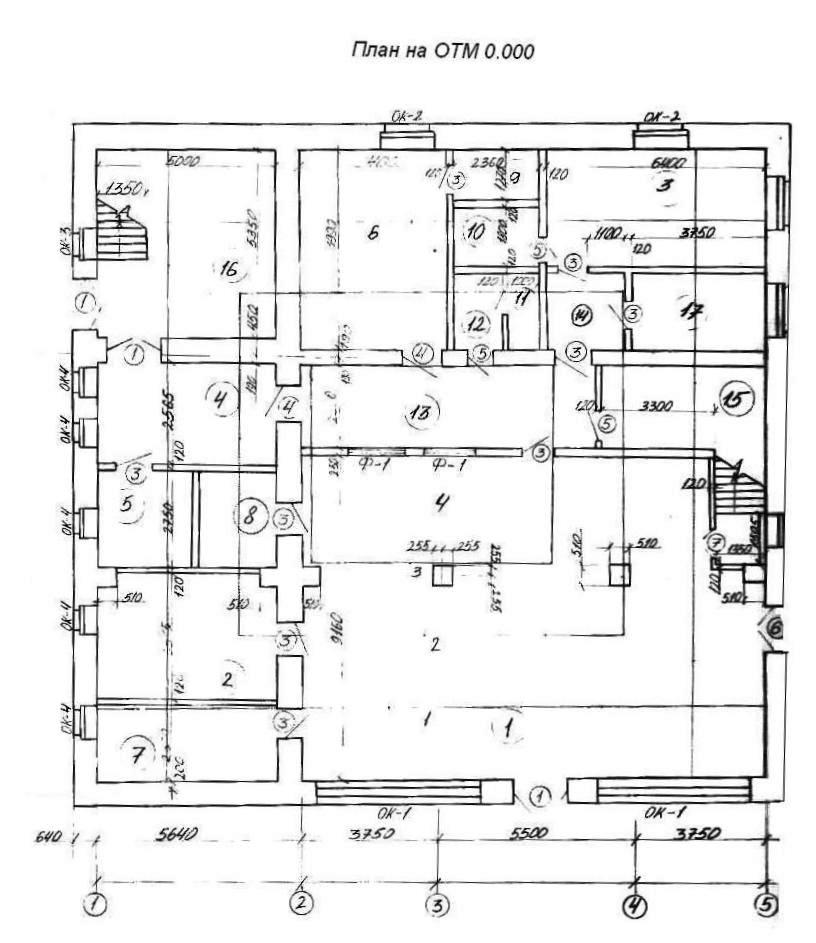
**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Повторить теоретический материал по теме практического занятия.

2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

3. Вычертить план помещения, нанести размеры ограждающих конструкций на размерные линии, внести исходные данные в таблицу «ExceL».

Приложение 1

**

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 2

***Тема:*Отопление**

***Наименование работы:*Определение теплопотерь (с применением программы MicrosoftExcel)**

***Цель:*формирование умений по определению расхода теплоты для отопления**

***Задачи:***

-изучить методику расчета по определению теплопотерь через ограждающие конструкции;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научитьсяпрорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:*** ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

***Образовательные результаты:***

**уметь**:

-выполнять расчет по определению расхода теплоты для отопления (с применением программы MicrosoftExcel)

**знать:**

-методику расчета по определению расхода теплоты для отопления(с применением программы MicrosoftExcel)

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

Потери теплоты помещениями через ограждающие конструк­ции помещений наземных зданий определяют путем суммирова­ния потерь теплоты через отдельные наружные ограждения (НС, ДО, ДД, Пл, Пт) и потерь (поступлений) теплоты через внутренние ограждения, если температура воздуха в соседних помещениях ниже или выше тем­пературы в данном помещении *более* чем на 3 °С.

Расчетные температуры воздуха в помещении t„ и наружного воздуха tн определяют по СНиПам.

Расчетные площади *F*ограждающих конструкций определя­ют по планам и разрезам зданий и сооружений.

Добавочные теплопотери через ограждающие конструкции определяют в процентах от основных теплопотерь ограждений добавками на ориентацию по отношению к сторонам горизонта, добавками на поступление холодного воздуха через входы, а также на высоту для помещений высотой более 4 м.

***Контрольные вопросы:***

1. Перечислите известные Вам дополнительные теплопотери.

2. Поясните, как рассчитывается площадь неотапливаемых полов?

3.Чем вызвана необходимость расчета потерь теплоты для ограждающих конструкций зданий?

**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Изучить теоретический материал по теме практического занятия

2. Ответить на вопросы по теме изученного материала.

3. Выполнить задание:

* Рассчитать тепловые потери через ограждения с применением таблиц «ExceL».
* Распечатать таблицы «Исходные данные» и «Расчет теплопотерь через ограждения помещения» всех помещений согласно планировки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Инструктивные указания и технологические требования |
| 1. | Переименовать лист 1 таблицы «ExceL» в соответствии с рассчитываем помещением |  |
| 2. | В таблицу «Исходные данные» ввести необходимые исходные данные. | 1.При внесении исходных данных использовать приложения 1-7.  2. При заполнении графы 8 «Исходные данные» температуру наружного воздуха- tн брать со знаком «-». |
| 3. | Переименовать лист 2 таблицы «ExceL» в соответствии с рассчитываем помещением. |  |
| 4. | Произвести расчет потерь теплоты через ограждения здания. | 1.При расчете графы 4 расчетной таблицы действия выполнять согласно правил деления и сложения дробных чисел.  2. При расчете графы 10 расчет выполнять только через ДО.  3. При расчете графы 11 расчет выполнять при высоте помещения более 4 м.  4. При расчете графы 13 результат суммы поместить в нижний выделенный прямоугольник |
| 5. | Сохранить полученные результаты ПР №1 . |  |
| 6. | Скопировать таблицы «Исходные данные» и «Расчет теплопотерь через ограждения помещения» на флеш. носитель |  |

Приложение 1

**Расчетная температура воздуха в помещении** (tв) (СНиП208.01-65) (графа № 6 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Помещения | Расчетная температура в помещениях в холодный период года, 0С |
| Жилая комната | 18 |
| То же, в районах с тем­пературой наиболее холодной пятидневки -31 0С и ниже | 20 |
| Кухни в квартирах и общежитиях | 15 |
| Ванная | 25 |
| Уборная индивидуальная | 16 |
| Совмещенное помещение уборной и ванной | 25 |
| То же, с индивидуаль­ным нагревателем | 18 |
| Умывальная общая | 18 |
| Душевая общая | 26 |
| Уборная общая  Вестибюль, общий кори­дор в общежитии  То же, в квартирном доме  Лестничная клетка | 16  16  12  12 |

Приложение 2

**Значения коэффициента** n (графа № 8 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Ограждения | n |
| Наружные стены, полы на грунте  Чердачные перекрытия со стальной, черепичной и асбоцементной кровлей по разреженной обрешетке и бесчердачные покрытия  Чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов  Ограждения, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, сообщающихся с наружным воз­духом  Ограждения, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, не сообщающихся с наружным воздухом | 1  0,9  0,8  0,7  0,4 |

Приложение 3

**Значения сопротивлений тепловоcприятию** Rв внутренней поверхности ограждений различных зданий (графа № 9 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы ограждений | Rв, м2\*0С/Вт |
| Внутренние поверхности стен, полов и глад­ких потолков  Потолки с ребристой поверхностью при h/a=-0,2—0,3 (h—высота ребра, а— рас­стояние между гранями соседних ребер)  Потолки с выступающими, часто располо­женными ребрами при h/a> 0,3 | 0,144  0,123  0,132 |

Приложение 4

**Значения сопротивлений теплоотдаче** Rн наружных поверхностей ограждений различных зданий (графа № 10 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы ограждений | Rн, м2\*0С/Вт |
| Наружные стены и бесчердачные покрытия  Поверхности, выходящие на чердак | 0,043  0,086 |

Приложение 5

**Коэффициенты теплопроводности** λ некоторых строительных материалов

(графы № 12,14,16,18 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование материалов | λ, Вт/м\* 0С |
| Железобетон  Бетон на кирпичном щебне | 1,63  1,05 |
| Бетой на гравии или щербне из природного камня | 1,45 |
| Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича  Кирпичная кладка из силикатного кирпича  Штукатурка из цементно-песчаного раствора  Штукатурка из известково-песчаного раствора  Рубероид, пергамин, толь  Вата минеральная  Керамзит | 0,81  0,87  0,93  0,81  0,17  0,07  0,41 |

Приложение 6

**Значения R0, для оконных и дверных проемов** в деревянных переплетах и зон неотапливаемых полов (графа № 19 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Конструкции | R0, м2\*0С/Вт |
| Одинарные переплеты (одинарное остекление) | 0,17 |
| Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)  Наружные двери и ворота деревянные одинарные  То же, двойные  Внутренние двери одинарные  Пол 1-ой зоны  Пол 2-ой зоны  Пол 3-ей зоны  Пол 4-ой зоны | 0,34  0,215  0,43  0,34  2,15  4,3  8,6  14,2 |
| Приложение 7 | |

**Значения β, добавочного коэффициента** на ориентацию для наружных конструкций ограждений НС,ДО,ДД (графа № 20 табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Стороны света | β |
| Север, северо-восток, восток, северо-запад  Юго-восток, юго-запад, запад, | 0,1  0,05 |

Таблица 1 - Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер помещения | Тип ограждения | | | Ориентация по сторонам света | | Расчетные размеры | | | | tв=внутренняяя температура, 0С (приложение №1) | | tн=наружняя температура, 0С | | n=поправочный коэффициент (приложение №2) | Rв=термическое сопротивление тепловосприятию, м2\*0С/Вт (приложение №3) | | | | Rн=термическое сопротивление теплопередаче, м2 \*0С/Вт (приложение №4) | | Показатели слоев ограждений | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | R0=общее сопротивление теплопередаче для окон и дверей, пола позонам м20С/ Вт (прил. №6) | | |
| а=длина, м | | | в=высота (ширина для отдельных зон пола), м | I слой | | | | | II слой | | | | | III слой | | | | IV слой | | | | | | д= длина,пола м | | |
| δ=толщина,м | | λ=коэффициент теплопроводности материала, ВТ/м\*0С( Приложение № 5) | | | δ=толщина,м | | λ=коэффициент теплопроводности материала, ВТ/м\*0С (приложение №5) | | | δ=толщина,м | λ=коэффициент теплопроводности материала, ВТ/м\*0С (приложение №5) | | | δ=толщина,м | | λ=коэффициент теплопроводности материала, ВТ/м\*0С (приложение №5) | | | |
| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | | | 5 | 6 | | 7 | | 8 | 9 | | | | 10 | | 11 | | 12 | | | 13 | | 14 | | | 15 | 16 | | | 17 | | 18 | | | | 19 | | | 25 | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
|  |  | | |  | |  | | |  |  | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |
| Таблица 2 - Расчет теплопотерь через ограждения помещения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | |  | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | |  | | |
| Номер помещения | | Тип ограждения | | | F=площадь ограждения, м, **F=а\*в** | | | tрасчетн=асчетная разность температур, 0С **tрасчетн.=(tв-tн)** | | Σ=умма термических сопротивлений отдельных слоев= **ΣδI/λi**Формула приемлима для НС, ПТ | R0=общее сопротивление теплопередаче, м20С/Вт **R0=Rв+ +Σδ**i**/λi+Rн** Формула приемлема для НС, Пт | | k=коэффициент теплопередачи, Вт/м20С **k=1/R0** Формула приемлема для НС, Пл, Пт. | | | k=коэффициент теплопередачи для окон , k, Вт/м20С **k=1/ R0 ДО-1/ R0** НС) | | k=коэффициент теплопередачи для дверей, k, Вт/м20С **k=1/ R0 ДД-1/ R0** НС | | | Qосн.=основные теплопотери, Вт **Qосн.=к\*F(tв-tн)\*n** Формула приемлима для НС, ПТ, Пл | | Qосн.=основные теплопотери, Вт **Qосн.=к\*F(tв-tн)\*n** Формула приемлима для ДО | | | | Qосн.=основные теплопотери, Вт **Qосн.=к\*F(tв-tн)\*n** Формула приемлима для ДД | | | **1+β**=коэффициент добавочных теплопотерь | | | Q6=потери на инфильтрацию, Вт **Q6=L\*p\*k\*\*Fпола \* (tв -tн)** Формула приемлима для ДО, ДД | | | Q5=потери на высоту помещения, Вт | | Q=теплопотери ограждения, Вт **Q=Qосн.\*(1+β)** | | Q=теплопотери ограждения, Вт **Q=Qосн.\*(1+β)+Q6**Потери на инфильтрацию Q6 прибавлять по ДО | | Qобщие=теплопотери помещения, Вт **Qобщие=Qнс+Qдд+Qдо+ Qпл+Qпт** | | | |  | | |  | |  | |  | | | |
|  | |  | | |  | | |  | |  |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | | | |  | | |  | |  | |  | | | |
|  | |  | | |  | | |  | |  |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | | | |  | | |  | |  | |  | | | |
|  | |  | | |  | | |  | |  |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | | | |  | | |  | |  | |  | | | |
|  | |  | | |  | | |  | |  |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | | | |  | | |  | |  | |  | | | |
|  | | |  | | | |  | | | |  | | | | | |  | | |  | |  | |  |  | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  |  |
|  | | |  | | | |  | | | |  | | | | | |  | | |  | |  | |  |  | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  |  |

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 3

***Тема:*Отопление**

***Наименование работы:*Определение поверхности нагрева отопительных приборов**

***Цель:*формирование умений по определению количества секций в отопительных приборах**

***Задачи:***

-изучить методику расчета по определению количества секций в отопительных приборах;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научиться прорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:*** ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

***Образовательные результаты:***

**уметь**:

-выполнять расчет по определению количества секций в отопительных приборах

**знать:**

-методику расчета по определению количества секций в отопительных приборах;

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

Тепловой расчет системы отопления, заключатся в определении площади поверхности отопительных приборов. К расчету приступают после выбора типа отопительных приборов, места установки, способа присоединения к трубам системы отопления, вида и пара­метров теплоносителя, температуры воздуха в отапливаемом помещении, диаметра труб.

Поверхность отопительного прибора должна обеспечить необ­ходимый тепловой поток от теплоносителя к воздуху помещения, равный теплопотерям помещения за вычетом теплоотдачи проло­женных в нем теплопроводов.

В двухтрубных системах отопления расчет поверхности нагрева отопительных приборов производится при постоянном темпера­турном перепаде в каждом приборе, равном перепаду температуры теплоносителя на стояке.

Расчет площади каждого отопительного прибора стояка осу­ществляется отдельно в определенной последовательности.

***Контрольные вопросы:***

1. Пояснить правила размещения и установки стояков и подводок в помещении.
2. Перечислить и охарактеризовать известные отопительные приборы.
3. Обосновать тип выбранного отопительного прибора.
4. Пояснить правила размещения и установки отопительных приборов в помещении.

**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Изучить теоретический материал по теме практического занятия

2. Ответить на вопросы по теме изученного материала.

3. Выполнить задание:

* Рассчитать количество секций в отопительных приборах с применением таблицы«ExceL»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Инструктивные указания и технологические требования |
| 1. | Вычертить расчетную схему системы отопления согласно предложенной планировки (ПР №1 ) | Схему вычертить в масштабе, проставить на ней диаметры труб и величину теплового потока прибора, равную теплопотерям помещения. |
| 2. | Выполнить расчет отопительных приборов:  1. Рассчитать требуемый тепловой поток - qт  2. Определить количество секций в приборе –N | 1.Требуемый тепловой поток-qт и количество секций в приборе –Nнаходить используя формулы таблицы, приложение № 1  2. Расчет отопительных приборов проводить в таблице |
| 3. | Оформить отчет практической работы в соответствии с требованиями задания. |  |

Таблица - Расчет количества секций отопительных приборов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Помещения | Наименование помещения | Qпомещения, Вт | Qпр=0.95\*QпомВт | tв, `С | tг, `C | tо, `C | Δt=(tг+tо)/2-tв, `C | Gпр=0.86\*Qпр\*1\*1,02/(tг-tо) | φ=(∆t/70)^1,3\*(Gпр/360)^0 | qт=Qпр/φ, Вт | qном, Вт/секцию | N=qт/qном, шт | Количество секций |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Преподаватель:

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № **4**

***Тема:*Отопление**

***Наименование работы:*Расчет систем отопления**

***Цель:*Закрепление теоретических знаний методики гидравлического расчета систем отопления**

***Задачи:***

-изучить методику гидравлического расчета систем отопления;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научиться прорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:*** ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

**уметь**:

* выполнять гидравлический расчет систем отопления

**знать:**

-методику гидравлическогорасчета систем отопления

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

Гидравлический расчет проводится по законам гидравлики.

Расчет основан на следующем принципе: при установившемся движении воды действующая в системе разность давления (насосного и естественного) полностью расходуется на преодоление сопротивления движению.

Правильный гидравлический расчет предопределяет работоспособность системы отопления.

На основе гидравлического расчета осуществляется выбор диаметра труб d,мм, обеспечивающий при располагаемом перепаде давления в системе отопления р0,Па, пропуск заданных расходов теплоносителя*G,* кг/ч.

Перед гидравлическим расчетом должна быть выполнена пространственная схема системы отопления в аксонометрической проекции.

**Контрольные вопросы:**

1.Перечислить известную Вам запорно-регулирующую арматуру, устанавливаемую в системах отопления.

2.Какие трубы принято использовать в системах отопления для жилых помещений?

3.Какие устройства используют для выравнивания давления в кольцах системы

**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Изучить теоретический материал по теме практического занятия

2. Ответить на вопросы по теме изученного материала.

3. Выполнить задание:

* На аксонометрической схеме системы отопления (индивидуальные задания по вариантам взять у преподавателя) проставить участки, нагрузку и длину, используя условные обозначения по СНиПам.
* Подобрать экономически выгодные диаметры на основании расчетов в таблицах «ExceL»

Расчет каждого участка выполняется в таблицах «Определение местных сопротивлений», «Определение диаметра трубопроводов»

Выполнить расчет по увязке малого и большого колец.

При необходимости рассчитать диаметр дроссельной шайбы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Инструктивные указания и технологические требования |
| 1. | Разбить аксонометрическую схему системы отопления на участки | 1. Пронумеровать участки схемы системы отопления.  2. На каждом участке схемы проставить длину, тепловую нагрузку |
| 2. | Выполнить расчет системы отопления:  1.Подобрать давление в системе  2.По расходам теплоносителя подобрать диаметры, скорости и потерю давления по участкам  3.Выполнить увязку большого и малого колец системы отопления | 1. При выполнении расчетов использовать нормативные таблицы  2.При невыполнении условий увязки колец можно изменить диаметр трубопровода или установить дополнительные сопротивления, или установить дроссельную шайбу |
| 3. | Оформить отчет практической работы в соответствии с требованиями задания. |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица - Определение местных сопротивлений | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № Участка | | | Вид сопротивления | | | | | | Кол-во n в шт. | | | ξ | n\*ξ | | Σξ | |
|  | | |  | | | | | |  | | |  |  | |  | |
| Большое кольцо | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | |  | | |  |  | |  | |
|  | | |  | | | | | |  | | |  |  | |  | |
| Большое кольцо | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | |  | | |  |  | |  | |
|  | | |  | | | | | |  | | |  |  | |  | |
| Таблица - Определение диаметра трубопроводов | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № участка | Q, Вт, по аксанометрической схеме | G, кг/ч | | l,м | d, мм | ω, м/с | R, Па/м | R\*l, Па | | Σξ | Рg = (ω2ρ)/2 | | | Z, Па | | Rl+Z, Па | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | | 10 | 11 | | | 12 | |  | |
| Большое кольцо | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
| Малое кольцо | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  | | |  | |  | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Преподаватель:

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 5,6

***Тема:* Вентиляция и кондиционирование воздуха**

***Наименование работы:* Расчет воздухообмена в помещении.Составление схем воздуховодов и определение расходов по участкам.**

***Цель:*Закрепление теоретических по расчету воздухообмена в помещениии составлению схем воздуховодов и определению расходов по участкам**

***Задачи:***

-изучить методику расчета воздухообмена в помещении, составлению схем воздуховодов и определения расходов по участкам;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научиться прорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:*** ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

**уметь**:

* выполнять расчета воздухообмена в помещении
* **знать:**

-методику расчета воздухообмена в помещении

***Оснащение рабочего места:*** инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

По способу перемещения воздуха системы вентиляции делят на системы с естественным побуждением движения воздуха и сис­темы с искусственным побуждением. В системах с ес­тественным побуждением воздух перемещается за счет гравитационных сил, ветрового давления и их совместного действия. В системах с искусственным побуж­дением воздух перемещается, как правило, посредством вен­тилятора, поэтому такие системы чаще называют системами ме­ханической вентиляции.

По назначению системы вентиляции подразделяют на приточ­ные, вытяжные и рециркуляционные. Приточные сис­темы подают воздух в помещения или в его отдельные зоны. Вытяжные системы удаляют загрязненный воздух из помещений, отдельных его зон или от оборудования. Рецирку­ляционные системы перемещают воздух из помещений или его отдельных зон в эти же помещения или его отдельные зоны после соответствующей обработки этого воздуха.

По способу организации воздухообмена и удаления вредных выделений системы вентиляции бывают общеобменные и мест­ные.

Требуемое состояние воздуха в помещении достигается пода­чей в помещение свежего, обычно должным образом подготов­ленного воздуха в количестве, достаточном для разбавления вред­ных выделений до ПДК во всем объеме рабочей зоны помеще­ния. Воздух, проходя через помещение, ассимилирует вредные выделения и при достижении нормативных значений ПДК уда­ляется из помещения.

При общеобменной вентиляции поступающий в помещение воз­дух должен быть распределен так, чтобы весь его объем участво­вал в ассимиляции вредных выделений, чтобы равномерным по­током воздуха была охвачена вся рабочая зона помещения, что­бы не было застойных зон с повышенной концентрацией вред­ных примесей и повышенных скоростей движения воздуха в помещении.

**Контрольные вопросы:**

1.Пояснить назначение вентиляции.

2.Перечислить элементы приточной механической вентиляции.

3.Перечислить элементы вытяжной механической вентиляции.

**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Изучить теоретический материал по теме практического занятия

2. Ответить на вопросы по теме изученного материала.

3. Выполнить задание:

Вычертить план и схему вентиляции сельскохозяйственного помещения (индивидуальные задания по вариантам взять у преподавателя).

Разбить схему системы вентиляции на участки.

Определить расходы по участкам Li м3/ ч.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Инструктивные указания и технологические требования |
| 1. | Вычертить схему вентиляции | 1. Используя план помещения вычертить схему вентиляции, применяя условные обозначения элементов систем согласно ГОСТов  2. План и схему чертить в масштабе  3. Проставить размеры помещений |
| 2. | Схему вентиляции разбить на участки | 1.Участки схем пронумеровать |
| 3 | Определить расходы по участкам Li м3/ ч |  |
| 4. | Нанести значения вычисленных расходов воздуха Li м3/ ч на схему |  |

Преподаватель:

**ИНСТРУКЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

на выполнение практической работы № 7

***Тема:* Вентиляция и кондиционирование воздуха**

***Наименование работы:* Расчет систем вентиляции**

***Цель:*Закрепление теоретических по аэродинамическому расчетувоздуховодов *Задачи:***

-изучить методику аэродинамического расчета воздуховодов;

-научиться работать с учебником и материалами Интернета;

-научиться прорабатывать и систематизировать теоретический материал.

***Формируемые общие компетенции:*** ОК 2. – ОК 4

***Формируемые профессиональные компетенции:***

ПК 1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

**уметь**:

* выполнять аэродинамическийрасчета воздуховодов
* **знать:**

-методику аэродинамического расчета воздуховодов

***Оснащение рабочего места :***инструкционно-технологическая карта, рабочая тетрадь, калькулятор, ПК.

***Литература:***

Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].

Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].

**Краткие теоретические материалы**

Аэродинамический расчет воздуховодов обычно сводится к определению размеров поперечных сечений всех участков сети, обеспечивающих перемещение необходимого количества воздуха, а также к определению суммарного сопротивления, возникающе­го при давлении воздуха по воздуховодам.

Аэродинамический расчет воздуховодов выполняют после оп­ределения количества перемещаемого воздуха и решения трасси­ровки воздуховодов. Для проведения аэродинамического расчета вычерчивают аксонометрическую схему вентиляции или конди­ционирования воздуха, на которой указывают фасонные части и их конструкции, воздухораспределительные и запорнорегулирующие устройства, теплообменные аппараты и другие устрой­ства, входящие в состав системы.

По планам и разрезам строительной части проекта сооруже­ния определяют протяженность сети воздуховодов. Сеть воздухо­водов разбивают на отдельные участки и определяют расход воз­духа на каждом из них. Расчетным участком считается часть воздуховода с постоянными расходом и скоростью воздуха.Зна­чение расхода и длины каждого участка наносят на аксономет­рическую схему).

После этого выбирают магистраль. В качестве магистрали на­значают наиболее протяженную и нагруженную цепочку после­довательно расположенных расчетных участков. Участки магис­трали нумеруют, начиная с наиболее удаленного. Номер, расход воздуха и длина каждого участка магистрали заносят в таблицу аэродинамического расчета.

Далее выбирают форму поперечного сечения воздуховода и оп­ределяют размеры сечений расчетных участков магистрали.

Рекомендуемые скорости определены из экономических сооб­ражений с учетом акустических требований. Наименьшие скоро­сти рекомендуется принимать на участках, имеющих отверстия в помещении. Обычно скорости на таких участках не должны превышать 4 м/с. По мере приближения к вентилятору скорости увеличиваются.Подбирают стандартные размеры воздуховода *(а х b*или *d).*

По таблицам или номограммам определяют удельные потери давления на трение и вычисляют потери давления на трение на расчетном участке, подбирают вентилятор.

**Контрольные вопросы:**

1.Пояснить назначение вентиляции.

2.Перечислить способы очистки вентиляционного воздуха

**Содержание работы и последовательность ее выполнения**

1. Изучить теоретический материал по теме практического занятия

2. Ответить на вопросы по теме изученного материала.

3. Выполнить задание (индивидуальные задания по вариантам взять у преподавателя):

Вычертить план и схему вентиляции сельскохозяйственного помещения.

Разбить схему системы вентиляции на участки.

Определить расходы по участкам Li м3/ ч.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание работы и последовательность выполнения операций | Инструктивные указания и технологические требования |
| 1. | Вычертить схему вентиляции | 1. Используя план помещения вычертить схему вентиляции, применяя условные обозначения элементов систем согласно ГОСТов  2. План и схему чертить в масштабе  3. Проставить размеры помещений |
| 2. | Схему вентиляции разбить на участки | 1.Участки схем пронумеровать |
| 3 | Определить расходы по участкам Li м3/ ч |  |
| 4. | Нанести значения вычисленных расходов воздуха Li м3/ ч на схему |  |

Преподаватель:

**Список использованной литературы**

1. Боровков В.М., Калютик А.А., Сергеев В.В. Теплотехническое оборудование. - М.: ИЦ «Академия», 2015. [Электронный ресурс].
2. Жихар Т.И. Котельные установки тепловых электростанций. Учебное пособие. – Минск: Вышейшая школа, 2015. [Электронный ресурс].
3. Андрюшин А.В. Управление и инноватика в энергетике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. [Электронный ресурс].
4. Краснов В.И. Справочник монтажника водяных тепловых сетей: Учебное пособие. - М.: ИНФРА – М, 2010.

Интернет – ресурсы:

1. Электронный ресурс «Техническая литература». Форма доступа: http//www.tehlit.ru.
2. Электронный ресурс «Портал нормативно-технической документации». Форма доступа: http//www.pntdoc.ru