МНСТЕРСТВО ОСВТИ НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНВЕРСИТЕТ

НЖЕНЕРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

# **КВАЛІФІКАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему “Аналіз енергоефективності системи теплопостачання навчальних приміщень корпусу М СумДУ (ІІ поверх)”

зі спеціальності 7.000008 “Енергетичний менеджмент”

## Суми-2010

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 39 с., 5 рис., 11 табл., 2 приложения, 14 источников.

Объект исследования: система теплоснабжения помещений корпуса М (ІІ этаж) СумГУ.

Целью работы является разработка организационных и технических мероприятий по энергосбережению в системе теплоснабжения и их финансовая оценка.

Графические материалы: схема системы теплоснабжения помещений корпуса М (IІ этаж) СумГУ, плакат результатов расчёта системы теплоснабжения и финансовая оценка предложенных организационных и технических мероприятий. Всего два листа формата А1.

Приведены описание системы теплоснабжения, описание необходимого оборудования для проведения энергетического аудита, необходимые расчёты, план организационных и технических мероприятий по энергосбережению и их финансовая оценка.

Ключевые слова: СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ТЕПЛОПОТЕРИ, ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ, ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС, ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ПИРОМЕТР, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ.

Тема работы «Анализ энергоэффективности системы теплоснабжения учебных помещений корпуса М (ІI этаж) СумГУ».

СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

# 1. Описание систем теплоснабжения исследуемых помещений

# 2. Оборудование, используемое для аудита систем теплоснабжения и результаты измерений

# 3. Анализ результатов исследования и план энергосберегающих мероприятий

##### 4. Расчёт необходимой тепловой мощности системы теплоснабжения

4.1 Расчёт сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций

4.2 Расчёт теплопотерь помещений

4.3 Расчёт теплопоступлений в помещения

4.4 Расчёт количества секций нагревательных приборов

##### 5. Результаты расчёта системы теплоснабжения

5.1 Сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

5.2 Теплопотери помещений

5.3 Теплопоступления в помещения

5.4 Расчёт необходимого количества секций нагревательных приборов

##### 6. Финансовый анализ энергосберегающих мероприятий

## 7. Индивидуальное задание

7.1 Пирометрия как метод измерения температуры

7.2 Приборы бесконтактного измерения температуры

##### Выводы

##### Список литературы

ВВЕДЕНИЕ

Энергетический аудит – это вид деятельности, направленный на уменьшение потребления энергетических ресурсов субъектами хозяйствования за счёт увеличения эффективности их использования.

Главным требованием является правильная постановка целей и задач проведения энергоаудита. Энергетический аудит предназначен для разрешения таких основных задач:

* обследование состояния использования энергетических ресурсов на объекте;
* разработка организационно-технических мероприятий, направленных на уменьшение энергопотреблений;
* определение потенциала экономии энергии;
* экономическое обоснование организационно-технических мероприятий.

Энергетический аудит проводится энергосервисными компаниями или независимыми экспертами (энергоаудиторами), уполномоченными субъектами хозяйствования для его проведения.

Проведение энергоаудита состоит в выполнении шести последовательных этапов:

* определение объёма потребления энергии и её цены за репрезентативный промежуток времени;
* обследование топливно-энергетических потоков на объекте;
* анализ эффективности использования энергии и энергоресурсов;
* разработка рекомендаций по эффективному использованию энергоресурсов;
* экономическое обоснование предложенных рекомендаций;
* подготовка отчёта.

При проведении энергоаудита необходимо сравнить фактическое теплопотребление с расчетным, которое необходимо поставить потребителю.

В данной работе произведён анализ системы теплоснабжения помещений второго этажа корпуса М Сумского государственного университета.

Тепловое потребление – это использование тепловой энергии для разнообразных коммунально-бытовых и производственных целей (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, души, прачечные, различные технологические теплоиспользующие установки и т.д.).

Отопительные системы разрешают только одну из задач по созданию искусственного климата в помещениях. Они служат для поддержания в холодное время года заданной температуры воздуха во внутренних помещениях здания.

Система теплоснабжения представляет собой комплекс элементов, необходимых для обогрева помещений. Основными элементами являются: 1)источники теплоты; 2)теплопроводы, соединяющие источники тепла с тепловыми пунктами; 3) тепловые пункты, размещённые внутри или вне здания, связывающие местные системы потребления тепла с источником; 4) нагревательные приборы. Передача тепла осуществляется с помощью теплоносителей – нагретой воды, пара или воздуха.

При определении тепловой нагрузки систем отопления учитываются особенности теплового режима помещений. В помещениях с постоянным тепловым режимом, к которым относятся промышленные здания, сельскохозяйственные постройки, жилые и общественные здания, тепловая нагрузка определяется из теплового баланса.

Для составления теплового баланса и оценки состояния системы отопления необходимо оценить значения тепловой мощности, потребляемой на отопление зданий различного назначения.

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Объектом теплоэнергетического исследования являются учебные аудитории и вспомогательные помещения 2 этажа корпуса М Сумского государственного университета. Корпус представляет собой четырёхэтажное здание. Окна исследуемых помещений выходят на северную и на южную стороны. Стены корпуса кирпичные, облицованы плиткой, перегородки также кирпичные. Объектом обследования являются помещения второго этажа без учёта коридора и лестничных клеток.

По результатам предварительного осмотра можно сделать вывод, что система отопления корпуса представляет собой однотрубную вертикальную систему с верхней разводкой. Данная система получила распространение при строительстве зданий выше 3 этажей. Преимуществом данной системы является меньшая металлоёмкость, чем при двухтрубной системе. Движение горячего теплоносителя происходит сверху вниз через трубы и отопительные приборы.

Далее производим детальный анализ исследуемых помещений.

В аудитории 201 находится три окна, которые выходят на южную сторону. В этой аудитории отопительные приборы находятся под каждым окном. В данном случае отопительными приборами являются чугунные радиаторы типа МС-140 108 с десятью секциями. Горячий теплоноситель подаётся к отопительным приборам по вертикальным стоякам сверху вниз. На каждом радиаторе установлена задвижка для регулирования подачи. В данной аудитории произведены сжимы осевых замыкающих участков стояков для увеличения коэффициента затекания воды в нагревательные приборы. Температура в помещении превышает санитарно-гигиенические нормы tнорм=18 ºС.[2]

Окна аудитории 203 выходят на северную сторону. Помещение отапливается тремя радиаторами типа МС-140-108, которые расположены под тремя окнами. Два радиатора имеют по 10 секций, в одном радиаторе 9 секций. На подводках к отопительным приборам установлены вентили. Температура внутри помещения превышает вышеуказанную норму.

Аудитория 204 расположена с северной стороны здания и имеет два окна. Под каждым из окон расположен чугунный радиатор типа МС-140-108 с девятью секциями. Регулировочный вентиль установлен на одной из подводок к прибору. Температура в помещении превышает вышеприведенную норму.

Аудитория 205 имеет два окна, выходящих на северную сторону. Под каждым окном расположен десятисекционный чугунный радиатор марки МС-140-108. Теплоноситель питает радиаторы по вертикальному стояку с прямым замыкающим участком. На подводках к отопительным приборам имеются вентили. Температура в помещении превышает санитарно-гигиенические нормы.

Два окна аудитории 206 выходят на северную сторону. В аудитории имеются два чугунных радиатора типа МС-140-108, расположенных под световыми проёмами. В одном радиаторе десять секций, в другом – девять секций. Температура в помещении ниже вышеуказанной нормы.

Аудитория 207 имеет два окна, выходящих на северную сторону. Под каждым окном расположен девятисекционный чугунный радиатор типа МС-140-108. Теплоноситель поступает к отопительным приборам по вертикальному стояку с осевым замыкающим участком. Температура в помещении ниже санитарно-гигиенической нормы.

Три окна аудитории 209 выходят на южную сторону. Под каждым из окон расположен девятисекционный чугунный радиатор марки МС-140-108. В помещении проходят два вертикальных стояка: один с односторонним присоединением, другой с двусторонним присоединением отопительных приборов. Температура в помещении выше приведенной нормы.

Аудитория 211 расположена с южной стороны здания и имеет одно окно. Под окном установлен чугунный радиатор типа МС-140-108 с десятью секциями. Питание радиатора производится по подводкам от магистрального трубопровода, расположенного на лестничной клетке. Температура в помещении превышает нормы.[2]

Окно туалета выходит на южную сторону. Под окном расположен девятисекционный чугунный радиатор типа МС-140-108. Питание прибора производится по вертикальному стояку и подводкам. Температура в помещении ниже вышеуказанной нормы.

2. ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ АУДИТА СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Для проведения энергоаудита визуального осмотра помещений недостаточно, поэтому нужно произвести замеры некоторых параметров.

Используем следующие измерительные приборы:

* измерительная рулетка;
* пирометр.

Измерительная рулетка служит для определения геометрических размеров помещений. Предел измерения прибора 3 метра, погрешность ±0,5 мм. Результаты замеров приводим в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Геометрические размеры помещений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Названиепомещения | Размер помещений | ОбъёмПомещения V, м3 |
| Длина а, м | Ширина b, м | Высота h, м |
| 1 | 201 | 10,56 | 5,97 | 3,40 | 214,35 |
| 2 | 203 | 10,52 | 5,95 | 3,40 | 212,80 |
| 3 | 204 | 6,90 | 6,0 | 3,40 | 140,76 |
| 4 | 205 | 7,05 | 6,0 | 3,40 | 143,82 |
| 5 | 206 | 7,0 | 5,90 | 3,40 | 140,42 |
| 6 | 207 | 7,67 | 5,96 | 3,40 | 155,42 |
| 7 | 209 | 10,93 | 5,97 | 3,40 | 221,85 |
| 8 | 211 | 3,5 | 6,00 | 3,40 | 71,40 |
| 9 | Туалет | 3,66 | 6,14 | 3,40 | 76,41 |

Температуру предметов внутри помещений (парта, стол) прибора измеряем лазерным пирометром MiniTemp MT2 фирмы Raytek.

Таблица 3.2 – Технические характеристики лазерного пирометра МТ2

|  |  |
| --- | --- |
| Коэффициент излучения | 0,95 |
| Наличие лазера (класс II) | Точечный целеуказатель |
| Сохранение информации на дисплее | 7 сек |
| Подсветка экрана | Автоматическая |
| Оптическое разрешение D:S | 1:6 |
| Рекомендуемое расстояние | До 100 см |
| Диапазон измерений | От -18°C до +275°C |
| Точность, % | ± 2 |
| Время отклика, мсек | 500 |
| Рабочая температура, °C | 0...50 |
| Питание | 9В батарейка или аккумулятор |
| Размеры, мм | 152×101×38 |
| Вес, кг | 0,227 |

3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПЛАН ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В результате проведения первоначального этапа энергоаудита можно сделать вывод, что система отопления находится в неудовлетворительном состоянии и не отвечает всем требованиям (санитарно-гигиенические, монтажные, эстетические), таким образом, тепловая мощность системы используется неэффективно. Часть исследованных помещений имеет температуру, превышающую санитарно-гигиенические нормы. Это свидетельствует об избыточном количестве секций в радиаторах.

Для части помещений характерен недостаточный прогрев, так как при засорении отопительных приборов уменьшается поступление теплоносителя в радиатор и движение теплоносителя происходит большей частью по замыкающим участкам. В аудитории 204 часть теплоты от радиатора поглощается письменным столом, который загораживает теплообменник.

В результате проведения энергетического аудита помещений корпуса М (второй этаж) Сумского государственного университета был составлен план энергосберегающих мероприятий:

1. Для улучшения протекания теплоносителя по отопительным приборам в помещениях с недостаточным теплопоступлением необходимо произвести сжимы осевых замыкающих участков главного стояка или установить смещённые замыкающие участки меньшего диаметра.
2. Снять лишние секции в радиаторах в тех помещениях, где температура превышает санитарно-гигиенические нормы.
3. Для удаления зарастания в трубопроводах и отопительных приборах произвести промывку системы отопления.
4. Для уменьшения теплопотерь при движении теплоносителя подающий стояк необходимо покрыть тепловой изоляцией.
5. Убрать от радиаторов теплопоглощающие предметы, затрудняющие теплоотдачу.

4. РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

4.1 Расчёт сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций

Теплозащитные качества ограждения характеризуют величиной сопротивления теплопередаче *R0*, которая численно равна падению температуры в градусах при прохождении теплового потока, равного 1 Вт, через 1 м2 ограждения. Общее сопротивление теплопередаче определяем по формуле [3]:

,(4.1)

где*RВ* – сопротивление теплоотдаче внутренней поверхности, м2·К/Вт;

*RН* – сопротивление теплоотдаче наружной поверхности, м2·К/Вт;

*RК* – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м2·К/Вт.

Сопротивление теплоотдаче внутренней поверхности:

,(4.2)

где – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, для стен, полов, гладких потолков принимаем [3].

Сопротивление теплоотдаче наружной поверхности:

,(4.3)

где – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, для наружных стен принимаем [3].

Термическое сопротивление ограждающей конструкции *RK*, с последовательно расположенными однородными слоями определяем как сумму термических сопротивлений отдельных слоёв [2]:

,(4.4)

где – термические сопротивления отдельных слоёв ограждающей конструкции, м2·К/Вт.

Термическое сопротивление отдельного слоя определяем по формуле [3]:

,(4.5)

где – толщина слоя, м;

 – коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·К).

Требуемое сопротивление теплопередаче *R0тр*, м2·К/Вт, определяется по формуле [2]:

,(4.6)

где*n* – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

*tB* – расчётная температура внутреннего воздуха, принимаем равной 18 ºС [2];

*tН* – расчётная зимняя температура наружного воздуха, принимаем равной для Сум -24 ºС [2];

 – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней ограждающей конструкции, равный для наружных стен общественных зданий 7 ºС;

 – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принятый ранее равным 8,7 Вт/(м2·К).

Сравниваем значения, полученные в результате расчёта формул (4.1) и (4.6) и в дальнейших расчётах принимаем большее из значений.

4.2 Расчёт теплопотерь помещений

Тепловая мощность системы отопления для компенсации теплонедостатка в помещении определяем по формуле [3]:

,(4.7)

где – суммарные тепловые потери помещениями, Вт;

 – суммарные теплопоступления в помещение, Вт.

Если в здании >, то отапливать помещение не нужно.

,(4.8)

,(4.9)

Где *Qогр* – потери теплоты помещения через ограждающие конструкции [3]:

,(4.10)

*F* – расчётная площадь ограждающей конструкции, м2;

*R0* – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м2·К/Вт;

*tB* – расчётная температура воздуха, ºС;

*tН* – расчётная температура наружного воздуха, ºС;

*n* – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

*β* – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Затраты теплоты для *QИ* для нагревания инфильтрующегося воздуха рассчитываем по формуле [3]:

,(4.11)

где – расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции помещения, принимаем на 1 м2 площади окна [3];

*с* – удельная теплоёмкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·ºС) [3];

*tB*, – расчётные температуры воздуха в помещении и наружного воздуха в холодный период года, ºС;

*k* – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкциях, для стыков панелей стен, для окон с тройными переплётами равный 0,7 [3].

Подсчитанные для каждого помещения расходы теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха добавляем к теплопотерям этих помещений.

Для поддержания расчётной температуры воздуха помещения система отопления должна компенсировать теплопотери помещения.

# 4.3 Расчёт теплопоступлений в помещения

# Тепловой поток, поступающий в помещение в виде бытовых тепловыделений [3]

,(4.12)

Где *FП* – площадь пола данного отапливаемого помещения, м2.

Явные тепловыделения (излучение и конвекция) [3]

,(4.13)

где*βИ* – коэффициент, учитывающий интенсивность выполняемой человеком работы, принимаемый для лёгкой работы равным 1 [3];

*βОД* – коэффициент, учитывающий теплозащитные свойства одежды и равный для обычной одежды – 0,66 [3];

*νВ* – подвижность воздуха в помещении (в жилых и административных зданиях *νВ*≈0,1…0,15 м/с);

*tП* – температура помещения, ºС.

Тепловыделения при искусственном освещении и работающем электрическим оборудованием:

,(4.14)

Где *k* – коэффициент, учитывающий фактически затрачиваемую мощность, одновременность работы электрооборудования, долю перехода электроэнергии в теплоту, которая поступает в помещение (в зависимости от технологического процесса *k*=0,15…0,95); для электрических светильников равный *k*=095 [3];

*Nэл* – суммарная мощность осветительных приборов или силового оборудования.

4.4 Расчёт количества секций нагревательных приборов

Расчётная плотность теплового потока отопительного прибора *qпр*, Вт/м2, для условий работы, отличных от стандартных, по формуле для теплоносителя – воды [3]:

,(4.15)

где – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора при стандартных условиях работы, равная для чугунных радиаторов типа МС-140-108 758 Вт/м2. Номинальную плотность теплового потока *qном,* получают путём тепловых испытаний отопительного прибора для стандартных условий работы в системе водяного отопления, когда средний температурный напор , расход воды в приборе составляет , а атмосферное давление *рб*=1013,3 гПа;

 – температурный напор, равный разности полусуммы температур теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора и температуры воздуха помещения, принимаем равным 28 ºС;

*Gпр* – действительный расход воды в отопительном приборе, принимаем равным 0,009 кг/с [3];

*n, p* – экспериментальные значения показателей степени, для чугунного радиатора типа МС-140-108 n=0,3, р=0,02 [3];

*спр* – коэффициент, учитывающий схему присоединения отопительного прибора и изменения показателя степени *р* в различных диапазонах расхода теплоносителя, для чугунного радиатора типа МС-140-108 *спр*=1,039 [3];.

Расчётную площадь отопительного прибора рассчитываем по формуле [3]:

,(4.16)

где*Qпотр* – теплопотребность помещения, равная теплопотерям за вычетом теплопоступлений, Вт;

*Qтр* – суммарная теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения стояков, подводок, к которым непосредственно присоединён прибор (принимаем ≈10% от *Qпотр*);

*β1* – коэффициент учёта дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счёт округления сверх расчётной величины;

*β2* – коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений.

Расчётное число секций чугунных радиаторов по формуле [3]:

,(4.17)

где*f1* – площадь поверхности нагрева одной секции, зависящая от типа радиатора, принятого к установке в помещении, м2;

*β4* – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, принимаем при открытой установке равный 1,0 [3];

*β3* – коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе, принимаем равный 1,0 [3].

5. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

5.1 Сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Сопротивление теплоотдачи внутренней поверхности определяем по формуле (4.2):

.

Сопротивление теплоотдаче наружной поверхности по формуле (4.3):

.

Для определения термического сопротивления используем формулы (4.4) и (4.5). Для наружной стены отдельные слои составляют: кладка из кирпича обыкновенного общей толщиной 0,51 м, слой штукатурки из цементно-песчаного раствора толщиной 0,02 м и слой облицовочной плитки толщиной 0,01 м. Коэффициенты теплопроводности *λ* данных материалов [2]: кирпич – 0,81 Вт/(м·К), цементно-песчаная штукатурка – 0,93 Вт/(м·К), облицовочная плитка – 0,89 Вт/(м·К).

Таким образом, термическое сопротивление наружной стены:

.

Общее сопротивление теплопередаче рассчитываем по формуле (4.1) для наружной стены:

.

Для определения требуемого сопротивления теплопередаче расчётная температура внутреннего воздуха *tB*=18 ºС, наружного воздуха *tН*= -24 ºС [2]. Нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней ограждающей конструкции для наружных стен общественных зданий . Коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху для наружных стен и покрытий *n*=1. Требуемое сопротивление теплопередаче определяем по формуле (4.6):

.

Так как требуемое сопротивление теплопередаче больше общего сопротивления, то для дальнейших расчётов принимаем *R0*=0,689 м2·К/Вт.

5.2 Теплопотери помещений

Сопротивление наружной стены без учёта окна , а для окна принимаем [2].

Расчётная температура внутреннего воздуха *tB*=18 ºС, наружного воздуха *tН* = -24 ºС [2] Для наружных стен и покрытий коэффициент *n*=1. Для определения площадей ограждающих конструкций данные берём из таблицы 3.1. Для аудиторий 203, 204, 205, 206, и 207 учитываем добавочные теплопотери на ориентацию по отношению к сторонам света, в данном случае на северную *β*=0,1 [3].

Исходя из разной площади окон в аудиториях, плотности воздуха *ρ*=1,332 кг/м3, получаем произведением плотности воздуха на площадь окна расход инфильтрующегося воздуха : для аудиторий 201, 203, 209 – 15,98 кг/ч; для аудиторий 204, 205, 206, 207 – 10,66; для кабинета 211 и туалета – 5,33 кг/ч [10].

Потери теплоты помещений через ограждающие конструкции рассчитываем по формуле (4.10), для нагревания инфильтрующегося воздуха – по формуле (4.11), общие теплопотери – по формуле (4.8).

Результаты расчёта теплопотерь в помещениях заносим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Теплопотери помещений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение | Температура в помещении *tB*, ºС | ,Вт | ,Вт | ,Вт | ,Вт |
| 201 | 18 | 1457,14 | 1200 | 131,55 | 2788,69 |
| 203 | 1593,73 | 1320 | 131,55 | 3045,28 |
| 204 | 1018,05 | 880 | 87,75 | 1985,8 |
| 205 | 1018,05 | 880 | 87,75 | 1985,8 |
| 206 | 1059,45 | 880 | 87,75 | 2027,2 |
| 207 | 1212,19 | 880 | 87,75 | 2179,94 |
| 209 | 1533,82 | 1200 | 131,55 | 2865,37 |
| 211 | 481,57 | 400 | 43,86 | 925,43 |
| Туалет | 511,73 | 400 | 43,86 | 955,59 |

5.3 Теплопоступления в помещения

Теплопоступления в виде тепловых тепловыделений рассчитываем по формуле (4.12), явные теплопоступления – по формуле (4.13), теплопоступления при искусственном освещении и работающем электрическим оборудованием – по формуле (4.14). Общие теплопоступления рассчитываем по формуле (4.9), а тепловую мощность системы отопления – по формуле (4.7).

Подвижность воздуха в помещении принимаем 0,13 м/с. [3] Результаты расчёта теплопоступлений в помещения заносим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Теплопоступления в помещения и тепловая мощность системы отопления

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение | Температура в помещении *tB*, ºС | ,Вт | ,Вт | ,Вт | ,Вт | ,Вт |
| 201 | 18 | 1323,84 | 69,72 | 304,0 | 1697,56 | 1091,13 |
| 203 | 1314,47 | 69,72 | 304 | 1688,19 | 1357,15 |
| 204 | 875,7 | 69,72 | 228 | 1173,42 | 812,38 |
| 205 | 875,7 | 69,72 | 228 | 1173,42 | 812,38 |
| 206 | 867,3 | 69,72 | 228 | 1165,02 | 861,18 |
| 207 | 876,12 | 69,72 | 228 | 1173,84 | 1006,03 |
| 209 | 1370,29 | 69,72 | 304 | 1744,01 | 1121,36 |
| 211 | 441 | 69,72 | 76 | 586,72 | 338,71 |
| туалет | 471,92 | 69,72 | 76 | 617,64 | 337,95 |

5.4 Расчёт необходимого количества секций нагревательных приборов

Рассчитываем плотность теплового потока отопительного прибора по формуле (4.15):

.

Площадь отопительного прибора рассчитываем по формуле (4.16). Коэффициент для чугунных радиаторов, установленных у наружной стены принимаем *β2*=1,02.

Количество секций чугунных радиаторов определяем по формуле (4.17), причём площадь поверхности нагрева одной секции принимаем *f1*=0,244 м2 [3]. Результаты расчёта площади и количества отопительных приборов заносим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Расчёт отопительных приборов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение | Температура в помещении *tB*, ºС | *β1* | *Fр*,м2 | *Nр*,шт. |
| 201 | 18 | 1,08 | 4,83 | 20 |
| 203 | 1,08 | 6,00 | 25 |
| 204 | 1,13 | 3,76 | 16 |
| 205 | 1,13 | 3,76 | 16 |
| 206 | 1,08 | 4,0 | 16 |
| 207 | 1,08 | 4,47 | 19 |
| 209 | 1,08 | 4,97 | 21 |
| 211 | 1,13 | 1,58 | 7 |
| туалет | 1,13 | 1,56 | 7 |

6. ФИНАНСОВЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Определяем действительную площадь отопительного прибора в помещениях при установленном числе секций, преобразовывая формулу (4.17):

,(6.1)

где*Nр* – количество установленных секций радиаторов, принимаем по результатам проведения первого этапа энергоаудита;

*f1* – площадь поверхности нагрева одной секции, для чугунных радиаторов принимаем *f1*=0,244 м2 [3];

*β3* – коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе, принимаем равный 1,0 [3];

*β4* – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, принимаем при открытой установке равный 1,0 [3].

Для подсчёта фактических теплопотерь помещений *QФ*, кВт, помещений преобразовываем формулу (4.16):

,(6.2)

где*qпр* – расчётная плотность теплового потока, принимаем равной *qпр*=226,56 Вт/м2;

*β1* – коэффициент учёта дополнительного теплового потока, принимаем по таблице 5.3;

*β2* – коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений, для чугунных радиаторов принимаем *β2*=1,02 [3].

Нормированные теплопотери принимаем по таблице 5.2 *QН*=*QС.О*..

Определяем величину рассогласования теплопотерь *ΔQ*:

.(6.3)

Величину рассогласования *S*, грн., можно выразить в денежном эквиваленте по формуле:

,(6.4)

где3648 – число часов отопительного сезона, с учётом, что он начинается 1 ноября и заканчивается 1 апреля, то есть 152 сутки по 24 ч в сутки;

*α* – стоимость 1 кВт·ч, из расчёта, что тариф на теплоэнергию на момент проверки составляет 70 грн./Гкал, таким образом, *α* =0,06 грн./кВт·ч.

Результаты расчётов заносим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Величины теплопотерь в помещениях и их денежный эквивалент

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Помещение | Площадь отопительного прибора *Fр*, м2 | Фактическиетеплопотери *QФ*, кВт | Нормированные теплопотери *QН*, кВт | Рассогласование теплопотерь *ΔQ*, кВт | Денежный эквивалент рассогласованиятеплопотерь *S*, грн. |
| 1 | 201 | 7,32 | 1,654 | 1,091 | 0,563 | 123,23 |
| 2 | 203 | 7,08 | 1,600 | 1,357 | 0,243 | 53,19 |
| 3 | 204 | 4,39 | 0,896 | 0,812 | 0,084 | 18,39 |
| 4 | 205 | 4,88 | 1,054 | 0,812 | 0,242 | 52,97 |
| 5 | 206 | 4,64 | 1,049 | 0,861 | 0,188 | 41,15 |
| 6 | 207 | 4,39 | 0,938 | 1,006 | 0,068 | 14,88 |
| 7 | 209 | 6,59 | 1,490 | 1,121 | 0,369 | 80,77 |
| 8 | 211 | 2,44 | 0,527 | 0,339 | 0,188 | 41,15 |
| 9 | Туалет | 2,20 | 0,475 | 0,338 | 0,137 | 29,99 |

Зная фактическое *n* и необходимое *n***΄**, рассчитаем *Δn* число секций радиаторов, превышающих необходимое:

.(6.5)

Фактическое число секций радиаторов получаем в результате первоначального этапа энергоаудита, а необходимое – по таблице 5.3.

Затраты на демонтаж лишних секций:

,(6.6)

где20% – стоимость демонтажа одной секции от величины её стоимости;

*Р* – стоимость одной секции радиатора, для чугунных радиаторов на момент обследования составляет *Р*=15 грн.

Результаты расчётов заносим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Затраты на реконструкцию отопительных приборов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Помещение | Количество установленных секций *n*, шт. | Необходимое количествосекций *n*´, шт. | Лишнее число секций *Δn*, шт. | Затраты на демонтаж лишнихсекций *S*´, грн. |
| 1 | 201 | 30 | 20 | 10 | 30 |
| 2 | 203 | 29 | 25 | 4 | 12 |
| 3 | 204 | 18 | 16 | 2 | 6 |
| 4 | 205 | 20 | 16 | 4 | 12 |
| 5 | 206 | 19 | 16 | 3 | 9 |
| 6 | 207 | 18 | 19 | 1 | 3 |
| 7 | 209 | 27 | 21 | 6 | 18 |
| 8 | 211 | 10 | 7 | 3 | 9 |
| 9 | Туалет | 9 | 7 | 2 | 6 |

Определим уменьшение денежных затрат при демонтаже лишних секций. Результаты общего расчёта заносим в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 – Финансовый анализ энергосберегающих мероприятий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Помещение | Денежный эквивалент рассогласования тепловых мощностей *S*, грн. | Затраты на демонтаж лишних секций *S*´, грн. | Уменьшение денежных затрат при демонтаже лишних секций *S*´´, грн. |
| 1 | 201 | 123,23 | 30 | 93,33 |
| 2 | 203 | 53,19 | 12 | 41,19 |
| 3 | 204 | 18,39 | 6 | 12,39 |
| 4 | 205 | 52,97 | 12 | 40,97 |
| 5 | 206 | 41,15 | 9 | 32,15 |
| 6 | 207 | 14,88 | 3 | 17,88 |
| 7 | 209 | 80,77 | 18 | 62,77 |
| 8 | 211 | 41,15 | 9 | 32,15 |
| 9 | Туалет | 29,99 | 6 | 23,99 |
| 10 | Всего | 426,06 | 105 | 321,06 |

Финансовый анализ показал, что проведение энергосберегающих мероприятий позволяет сократить величину денежных затрат на использование тепловой энергии в системе теплоснабжения исследуемых помещений. Если рассчитывать по пропорции, что 426,06 грн. можно сэкономить за весь отопительный сезон (152 дня), то 105 грн. на демонтаж секций отопительных приборов эквивалентно 38 дням. Таким образом, предложенное мероприятие по демонтажу лишних секций радиаторов окупится за 38 дней отопительного сезона.

7. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

7.1 Пирометрия как метод измерения температуры

Пирометрия (от греч. pyr – огонь) – группа методов измерения температуры. Раньше к пирометрии относили все методы измерения температуры, превышающей предельную для ртутных термометров. С 60-х гг. 20 в. к пирометрии всё чаще относят лишь оптические методы, в частности, основанные на применении пирометров, и не включают в неё методы, в которых применяются термометры сопротивления, термоэлектрические термометры с термопарами, и ряд других методов*.* Почти все оптические методы основаны на измерении интенсивности теплового излучения (иногда – поглощения) тел. Интенсивность теплового излучения сильно зависит от температуры тел и очень резко убывает с её уменьшением. Поэтому методы пирометрии применяют для измерения относительно высоких температур (например, серийным радиационным пирометром от 200 °С и выше). При Т<1000 °С методы пирометрии играют в целом второстепенную роль, но при Т>1000 °С они становятся главными, а при Т>3000 °С – практически единственными методами измерения температуры.

Методами пирометрии в промышленных и лабораторных условиях определяют температуру в печах и других нагревательных установках, температуру расплавленных металлов и изделий из них (проката и т.п.), температуру нагретых газов, плазмы. Методы пирометрии не требуют контакта датчика измерительного прибора с телом, температура которого измеряется, и поэтому могут применяться для измерения очень высоких температур.

Измерения наиболее просты для твёрдых тел и жидкостей, спектр излучения которых чисто сплошной. В этом случае измерения температуры осуществляют пирометрами, действие которых основано на законах излучения абсолютно чёрного тела. Обычно поверхности исследуемого тела придают форму полости, чтобы коэффициент поглощения был близок к единице (оптические свойства такого тела близки к свойствам абсолютно чёрного тела).

В некоторых методах температура определяется по абсолютной или относительной интенсивности сплошного спектра («континуума»). Особое значение имеют методы определения температуры по спектру рассеянного плазмой излучения лазера, позволяющие исследовать неоднородную плазму. К недостаткам методов пирометрии следует отнести трудоёмкость измерений, сложность интерпретации результатов, невысокую точность (например, погрешности измерений температуры плазмы в лучших случаях оказываются не ниже 3-10%). Применение методов пирометрии для исследования неравновесной плазмы даёт ценную информацию о её состоянии, хотя понятие температуры в этом случае неприменимо.

Таким образом, пирометры – приборы для измерения температуры непрозрачных тел по их излучению в оптическом диапазоне спектра.

7.2 Приборы бесконтактного измерения температуры

Портативный пирометр ПП-1предназначен для бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых (сыпучих) тел и воды по их собственному тепловому излучению. При этом размеры исследуемой поверхности объекта определяются угловым полем зрения пирометра. Пирометр применяется для контроля состояния объектов и технологических процессов в различных отраслях промышленности, а также при проведении научных исследований.

В зависимости от исполнения диапазон измеряемых температур составляет от -20 до +400 ºС, от 100 до 1200 ºС и от 400 до 2000 ºС, показатель визирования соответственно 1:10, 1:15, 1:30. Пирометр имеет небольшие габаритные размеры (98×57×120 мм), небольшой потребляемый ток (около 10 мА). Среднее время непрерывной работы без замены батареи питания составляет 48-72 часа. Задание излучающей способности объекта производится плавно от 0,1 до 1 при помощи потенциометра. В пирометр установлен лазерный прицел и экономичная импульсная схема преобразования напряжения, позволяющая прибору сохранять работоспособность при разряде батареи до 3,5 – 4,0 В. Основная приведенная погрешность измерения не превышает 2%.

# Стационарный пирометр СТ-1 предназначен для преобразования инфракрасного излучения спектрального диапазона 2,5-5 мкм нагретых поверхностей в электрический сигнал постоянного тока 0-5 мА (4-20 мА) с целью бесконтактного измерения температуры поверхностей твердых и сыпучих тел, газовых струй, воды с диапазоном излучательной способности от 0,1 до 1 в суммарном диапазоне от 150 до 2000 ºС. Пирометры этой серии разработаны для контроля различных производственных процессов, для долговременной работы в системах регулирования.

Конструктивно пирометр выполнен в виде трубы с расположенными в ней диафрагмой, модулятором, приемником излучения, и печатными платами микропроцессорного узла линеаризации. Прибор пылезащищенного исполнения с защитой от бросков пламени, рабочий диапазон температур окружающей среды от +5 до +50 ºС.

Пирометр стационарный высокотемпературный ПСВ-1 предназначен для измерения температур в суммарном диапазоне от 300 до 2000 ºС (300-950 ºС, 800-2000 ºС в зависимости от исполнения) с приведенной погрешностью не более 2%. В ПСВ-1 устанавливается аналоговый узел непрерывной обработки сигнала, обеспечивающий линейную зависимость выходного тока (0-5 мА, 4-20 мА) от температуры объекта. Конструктивно прибор выполнен в виде цилиндрической теплоизмерительной головки соединенной кабелем с малогабаритным блоком обработки щитового исполнения. Питание прибора осуществляется от сети 220 В.

Отличительной особенностью данного прибора является возможность работы теплоизмеряющей головки при температуре окружающего воздуха до 120 ºС.

Быстродействующий стационарный пирометр ПСД-1 предназначен для измерения температур в диапазоне 700-2500 ºС совместно с компьютером. Этот прибор наиболее подходит для контроля быстропротекающих тепловых процессов, определения температуры перемещающихся объектов в промышленности, незаменим при научных исследованиях. Пирометр был разработан для станов горячей прокатки металлов. При скорости прокатки около 20 м/с он позволяет определять распределение температур по длине листа через 2 см (до 960 замеров в секунду) и выводить соответствующие графики, прилагаемые к каждой бобине проката. В качестве датчика используется термостатированный ИК-фотодиод, связь с компьютером осуществляется через стандартный интерфейс RS-232. Линия связи гальванически развязана от цепей компьютера и не боится коротких замыканий. Конструктивно пирометр выполнен в виде трубы с разъемом на тыльной части. Для питания прибора используется внешний источник 12~24 В, 200мА постоянного тока.

Тепловизор сканирующий строчный ТСС-1 обеспечивает сканирование равномерно движущихся объектов (вращающиеся печи, прокат и т.п.) с разрешением не менее 150 элементов в строке с углом обзора 120 º. Прибор отображает тепловые поля в диапазоне от +200 до +650 ºС с разрешающей способностью по температуре 1 ºС. Тепловизор предназначен для дистанционной визуализации тепловых полей объектов различных областей промышленности в реальном времени, их регистрации и хранения в виде изображений. Передача информации на экран монитора компьютера осуществляется посредством стандартного интерфейса RS-232. Полученная картина распределения температур на поверхности объекта позволяет судить о ходе тепловых процессов, состоянии теплоизоляции, определять места перегрева тепловых установок и т.п. Прибор питается от сети 220В и не нуждается в операторе после установки и подключения.

Институт физики НАН Украины занимается разработкой и производством пирометров спектрального отношения ДПР-1, ДПР-2, ДПР-3.

Приборы предназначены для бесконтактного дистанционного измерения температуры поверхности объектов и температурных аномалий.

В пирометрах использован принцип преобразования тепловой энергии инфракрасного излучения (ИКИ) в электрические сигналы с помощью пироэлектрического приемника. Микро-ЭВМ осуществляет обработку сигналов в соответствии с программой и определяет температуру объекта. В пирометрах применена двухспектральная схема измерения ИКИ, что позволяет исключить влияние излучательной способности поверхности объекта на результат измерения.

Таблица 7.1 – Технические характеристики пирометров спектрального отношения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | ДПР-1 | ДПР-2 | ДПР-3 |
| Диапазон измеряемых температур, °С | от 800 до 2500 | от 100 до 1100 | от -80 до 200 |
| Точность измерения, °С | ±5,0 | ±1,0 | ±0,1 |
| Уровень чувствительности, °С | 1,0 | 0,1 | 0,01 |
| Угол зрения, ° | 0,5…2,0 | 0,5…2,0 | 0,5…2,0 |
| Габаритные размеры, мм, не более | 120×230×300 | 120×230×300 | 150×150×300 |
| Масса, кг, не более | 2,0 | 2,0 | 3,5 |
| Время измерения, с | 0,25 | 0,5 | 0,5 |
| Диапазон расстояний, м | 1...50 | 1...100 | 1...500 |
| Питание от аккумуляторов или сети | 9В/100мА или 220 В/50 Гц |
| Вывод результатов измерений | Аналоговой форме (4 – 20 мА) и цифровой |

Пирометры ДПР-1, ДПР-2 могут использоваться в литейном производстве, металлургии: на прокатных и трубопрокатных станах для контроля температуры листов, труб, лент, проволоки, колес, арматуры т.д. Возможно применение в электро-, газо-нагревательных печах при нагреве, отжиге, закалке, а также в кузнечном производстве, на кирпичных и цементных заводах, при производстве стекла и пластмасс, в строительстве и многое другое. Особо эффективно их применение при измерении температуры между витками катушки индуктора, раскаленной сетки, проволоки, бухт провода и др., так как приборы могут измерять температуру объектов при размерах этого объекта меньших поля зрения прибора, либо частично закрытых холодными предметами, где применение одно-спектральных приборов невозможно.

Пирометр ДПР-3 используются для контроля целости и дефектов трубопроводов, зданий, теплотрасс, дымовых труб, элементов конструкции в теплоэнергетике, предупреждения пожаробезопасности; для контроля теплообменников на атомных и теплоэлектростанциях; снятия тепловых карт участков Земли, моря, океана, термографии в технологических процессах и т.д.

ИТФ «РИДА-С» разрабатывает и выпускает приборы для измерения температуры бесконтактным методом: переносные пирометры «Луч-Н», «Луч», стационарный пирометр «Луч-С». Достоинства приборов: бесконтактный экспресс-контроль; постоянная готовность к работе; простота в обращении и безопасность эксплуатации; высокая точность измерения; высокое быстродействие; высокая разрешающая способность; воспроизводимость результатов измерения; управление технологическим процессом (выдается сигнал вкл./откл. на исполнительный механизм); устойчивость прибора к механическим воздействиям (ввиду отсутствия оптики); малые габариты и вес.

Таблица 7.2 – Технические характеристики переносных пирометров

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Модель | Луч-Н | Луч |
| Диапазон измерения температур, ºC | 350-1000 | 500-1200 | 700-1800 | 800-1800 | 1000-1800 |
| Показатель визирования | 1:30 | 1:50 | 1:50 | 1:100 | 1:200 |
| Погрешность измерения, % | 0,5-1,0 |
| Время измерения, с | 3-5 |
| Коэффициент излучения, ед. | 0,25-1,0 |
| Шаг установки коэффициента, ед. | 0,05 |
| Автоматическая компенсация температуры окружающей среды | есть |
| Отображение результата измерения | ЖК дисплей |
| Режимы работы | максимальный и следящий |
| Выходной сигнал | нет |
| Сигнал управления | нет |
| Технология замера | бесконтактно |
| Питание | автономное 2×9В (батареи типа «Крона») |
| Температура окружающей среды, ºC | +5...+40 |
| Потребляемая мощность, Вт | 0,05 |
| Размеры, мм* блока измерения
* фотоприемника
 | 175×90×42d=20×312 |
| Масса, кг | 0,7 |

Таблица 7.3 – Технические характеристики стационарного пирометра

|  |  |
| --- | --- |
| Модель | Луч-С |
| Диапазон измерения температур, ºC | 400-1000 | 500-1200 | 700-1800 | 800-1800 |
| Показатель визирования | 1:30 | 1:50 | 1:50 | 1:100 |
| Погрешность измерения, % | 0,5 (в рабочем диапазоне шириной 400 ºC)1,5 в оставшемся диапазоне |
| Время измерения, с | 0,5-1,0 |
| Коэффициент излучения, ед. | 0,4-1,0 |
| Шаг установки коэффициента, ед. | плавно регулярном |
| Автоматическая компенсация температуры окружающей среды | есть |
| Отображение результата измерения | ЖК дисплей + аналоговыйвывод |
| Режимы работы | следящий |
| Выходной сигнал | мВ (1мВ на 1 ºC) или 4-20 мА |
| Сигнал управления | да (контакты реле: вкл./откл.) |
| Технология замера | бесконтактно |
| Питание | сеть 220В, 50Гц илипостоянное 9-27 В |
| Температура окружающей среды, 'C | +10...+45 |
| Потребляемая мощность, Вт | 0,2 |
| Размеры, мм* блока измерения
* фотоприемника
 | 175×90×42d=20×312 |
| Масса, кг | 0,7 |

Для бесконтактного измерения температуры в труднодоступных местах используют инфракрасный термометр. Применяется в промышленности, лабораториях или в быту. Благодаря широкому температурному диапазону (от -10 ºС до +300 ºС) прибор имеет огромную область применения. Сообщения высвечиваются на ЖК-дисплее. Возможно запоминание минимальной и максимальной температуры. Имеется функция Data Hold (удержание данных на дисплее) и переключатель C/F.

Технические данные: питание – 1 батарейка (9В), высота дисплея 11 мм, измеряемый диапазон от -10 ºС до +300 ºС, разрешение 1 ºС, точность 3% от измеряемой величины или ±3 ºС, цикл измерений около 1 сек, рабочая температура от +8 ºС до +50 ºС, потребление тока 12 мА, вес 265 грамм, размеры 195×120×58 мм. Максимальное расстояние до объекта измерения 1 метр.

Стационарные инфракрасные пирометры спектрального отношения серии Marathon MR1S используют двухцветный метод измерения для получения высокой точности при работе с высокими температурами. Пирометры MR1S имеют улучшенную электронно-оптическую систему, «интеллектуальную» электронику, которые размещаются в прочном, компактном корпусе.

Эти пирометры – идеальное решение при измерении температуры в загазованных, задымленных зонах, движущихся объектов или очень маленьких объектов. Также они применяются в различных отраслях промышленности: плавке руды, выплавке и обработке металлов, нагреве в печах различных типов, в том числе индукционных, выращивании кристаллов и др.

Выбор при закупке типа пирометра зависит, прежде всего, от возможной области его применения и связанных с этим факторов.

Например, для дистанционного контроля в промышленности (прокатные станы, литейное производство и т.д.) или для проверки электрооборудования используют стационарные пирометры, тепловизоры с большим диапазоном измеряемых температур. Зачастую такие приборы требуют совместной работы с компьютером, имеют большие габариты и вес, а, следовательно, значительную стоимость. Переносные пирометры более просты и безопасны в эксплуатации, но имеют гораздо меньший диапазон измеряемых температур. Наиболее просты и безопасны в использовании портативные пирометры пистолетного типа (небольшие размеры и вес позволяют использовать их для частых экспресс-контролей). Последние модели таких пирометров имеют широкий диапазон измерений, точное визирование, большое разнообразие функций, что позволяет применять их в различных производствах (металлургическое, литейное, нефтехимическое).

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения бакалаврской работы были проведено энергетическое обследование помещений корпуса М (ІІ этаж) Сумского государственного университета.

На первом этапе энергетического аудита была получена информация об исследуемом объекте: измерены размеры помещений, произведён визуальный осмотр трубопроводов и отопительных приборов, в результате чего составлена схема расположения и присоединения радиаторов и трубопроводов.

На последующем этапе были предложены рекомендации для эффективного использования тепловой энергии. Основным энергосберегающим предложением является демонтаж лишних секций отопительных приборов.

По результатам первого этапа энергетического аудита был произведён расчёт фактических и нормированных тепловых потерь, количество необходимых секций радиаторов. Учитывая рассогласование фактических и нормированных теплопотерь, определены излишние затраты на использование тепловой энергии и их денежный эквивалент. Были рассчитаны затраты на демонтаж лишних секций радиаторов и определена общая сумма уменьшения денежных затрат за счёт внедрения энергосберегающих мероприятий.

В индивидуальном задании рассмотрены приборы бесконтактного измерения температуры, главным образом, пирометры, их разновидности, основные функции, преимущества и недостатки.

В целом, бакалаврская работа прослеживает основные этапы деятельности энергоаудитора при исследовании систем теплоснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетический менеджмент/ А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. – К.: ІЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.: ил.

2. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е, переработанное и дополненное). Книга 1-я. Р.В. Щекин, С.М. Кореневский, Г.Е. Бем и др. – К.: «Будівельник», 1976. – 416 с.

3. Р.В. Щекин, В.А. Березовский, В.А. Почанов. Расчёт систем центрального отопления. – К.: В. ш., 1975.

4. Проектирование теплоснабжения. Пешехонов Н.И. – Киев: Вища школа, 1982. – 328 с.

5. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. Отопление. Учебник для строит. вузов. – М.: «Высш. школа», 1976. – 280 с.: ил.

6. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция: Учебник для вузов/ Б.Н. Голубков, Б.И. Пятачков, Т.М. Романова. – М.: Энергоиздат, 1982. – 232 с.: ил.

7. Ширакс З.Э. Теплоснабжение: пер. с латыш. – М.: Энергия, 1979. – 256 с.: ил.

8. Сканави А.Н. Отопление: Учебник для техникумов. М.: Стройиздат, 1979. – 251 с., ил.

9. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебник для вузов/ В.М. Гусев, Н.И. Ковалев, В.П. Попов, В.А. Потрошков, под ред. В.М. Гусева. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 343 с., ил.

10. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 272 с., ил.

11. С.А. Чистович. Системы центрального отопления жилых зданий. – Л.: Стройиздат, 1971. – 72 с.

12. http://www.technoac.ru/devices/pirometers

13. http://www.otoplenie.com.ru/

14. Кириллов А.Ф. Чертежи строительные. Учеб. пособие для строит. техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1978. – 232 с., ил.