

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Заместитель директора

АО «Челябкоммунэнерго»

_____ В.Н. Заремба

_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих

_____ 2019 г.

Реконструкция системы отопления 9-этажного жилого дома со
встроенными помещениями в г. Челябинск
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 13.03.01.2019.103.96. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»

к.т.н., доцент

_____ С.В. Панфёров

_____ 2019 г.

Руководитель проекта:

преподаватель

_____ Н.Г. Сорокина

_____ 2019 г.

Автор проекта:

студент группы АС-452

_____ Д.С. Титоренко

_____ 2019 г.

Нормоконтролер:

преподаватель

_____ Н.Г. Сорокина

_____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Титоренко Д.С. Пояснительная записка к дипломной работе. Реконструкция системы отопления 9-ти этажного жилого дома со встроенными помещениями, г. Челябинск. – Челябинск: ЮУрГУ, АС – 452, 2019, 93 с, библиогр. список - 20 наим., 7 листов чертежей ф. А1

В данном дипломном проекте запроектирована система отопления девятиэтажного жилого дома со встроенными помещениями в г. Челябинск. Для жилой части предложен вариант вертикальной однотрубной системы отопления. А для встроенных помещений предусмотрена горизонтальная однотрубная система отопления.

Основная часть проекта включает в себя расчет теплотерь помещений здания, гидравлический расчет систем отопления жилой и встроенной части, подбор отопительных приборов и необходимого для системы отопления и индивидуального теплового пункта, оборудования.

В разделе «Автоматизация» разработана схема автоматизации индивидуального теплового пункта.

						13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				Реконструкция системы отопления 9-ти этажного жилого дома со встроенными помещениями, г. Челябинск	Стадия	Лист	Листо
Н.контр.	Сорокина					ДП	3	
Руководит.	Сорокина					ЮУрГУ		
Консульт.	Панферов					Кафедра ГИСиС		
Дипломник	Титоренко							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
1.1.Краткое описание объекта проектирования	7
1.2.Расчетные параметры наружного воздуха	7
1.3.Расчетные параметры внутреннего воздуха	8
1.4.Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций.....	8
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ.....	10
2.1.Теплопотери через наружные ограждающие конструкции для помещений жилой части.....	10
2.2. Теплопотери через наружные ограждающие конструкции для помещений встроенной части.....	12
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ ВОЗДУХА, ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	15
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ ВОЗДУХА, ПОСТУПАЮЩЕГО В ПОМЕЩЕНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.	19
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЫТОВЫХ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИ.....	22
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	23
7. ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	24
8. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	28
8.1.Тепловой расчет отопительных приборов жилых помещений.....	30
8.2.Тепловой расчет отопительных приборов встроенных помещений...	31
9. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	32
9.1.Гидравлический расчет системы отопления жилой части СО 1.....	35
9.2.Гидравлический расчет системы отопления встроенной части СО 2..	37
10. АВТОМАТИЗАЦИЯ ИТП.....	39
10.1.Характеристика объекта регулирования.....,	39
10.2.Технологическая схема и управление ИТП.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	44
ПРИЛОЖЕНИЯ	

									Лист.
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

ПРИЛОЖЕНИЕ А.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕРЬ ЗДАНИЯ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	75

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция системы отопления – это частичная или полная замена ее элементов, конструктивная модернизация с целью повышения энергоэффективности и повышения качества регулирования системы.

В настоящее время эта тема очень актуальна, поскольку большая часть города состоит из застройки 60-70х годов, где до сих пор эксплуатируются старые системы отопления. По истечению их срока службы (25-30 лет) возникает износ системы, который при длительной эксплуатации происходит под воздействием внутренней, а иногда и внешней коррозии. Она в свою очередь приводит к гидравлической и тепловой разрегулировке системы отопления и снижению теплоотдачи ее элементов.

Также с каждым годом повышаются требования к тепловому комфорту в зданиях, качеству работы инженерного оборудования со снижением эксплуатационных затрат, в том числе экономией тепловой энергии. Это тоже в свою очередь является причиной реконструкции систем отопления.

Целью данного дипломного проекта является проектирование энергоэффективной системы отопления для 9-этажного жилого здания со встроенными помещениями для создания необходимых параметров микроклимата в них.

Задачи включают в себя расчёт теплопотерь здания, выполнение гидравлического расчёта системы отопления, подбор отопительных приборов и необходимого оборудования для систем отопления и индивидуального теплового пункта.

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Краткое описание объекта проектирования

Объектом проектирования является система отопления 2-х секционного 9-ти этажного жилого дома со встроенными помещениями в городе Челябинск. Серия дома – 9ЧПД. Главный фасад ориентирован на юг.

На первом этаже находятся встроенные помещения, а со 2-ого по 9-ый этаж – жилая часть. Отметка пола цокольного этажа - 0,00 м, высота этажа – 3,0 м. На типовом этаже расположено 12 квартир: 2 трехкомнатных, 6 двухкомнатных и 4 однокомнатных. По проекту в лестничной клетке предусмотрен мусоропровод.

Встроенные помещения на 1 этаже предназначены для торговых рядов. Их площадь составляет $S = 2260 \text{ м}^2$. Высота от перекрытия над неотапливаемым подвалом до потолка – 3,7 м.

В нижней части здания имеется неотапливаемый подвал и техподполье, где расположен индивидуальный тепловой пункт, а в верхней бесчердачное перекрытие.

Высота здания от средне планировочной отметки земли до верха вытяжной шахты составляет 29,5 м.

Источником теплоснабжения является ТЭЦ-3, расположенная на северо-востоке Челябинска.

Параметры теплоносителя:

- температурный график наружной тепловой сети - 105/70 °С;
- располагаемый перепад давлений на вводе в ИТП – 30 м вод. ст.
- температурный график внутренней системы отопления - 105/70 °С

1.2 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха при проектировании систем отопления принимаются по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [1] и по СП 50.1330.2012 «Тепловая защита зданий» [2].

Зона влажности: 3-сухая [2, прил. В];

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 для г. Челябинск: $t_n = -34 \text{ °С}$ [1, табл.3.1];

Средняя температура наружного воздуха отопительного периода:

$t_{от.пер.} = -6,5 \text{ °С}$ [1, табл.3.1];

Продолжительность отопительного периода: $z_{от.п.} = 218$ суток [1, табл.3.1];

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь: $v = 4,5$ м/с [1, табл.3.1].

									Лист.
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха принимаются по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [3]. Для помещений жилой части принимаем температуры минимальные из оптимальных, для остальных – минимальные из допустимых.

Параметры внутреннего воздуха для помещений встроек принимаем согласно таблице 3 [3], а также согласно СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения» [4].

Таблица 1- Расчетные параметры внутреннего воздуха.

Наименование теплового помещения	Температура внутреннего воздуха, °С
Кухня	19
Ванная, совмещенный санузел	24
Туалет	19
Жилая комната	21
Угловая жилая комната	23
Лестничная клетка	16
Межквартирный коридор	18
Нежилая часть (категория 3в)	16

1.4 Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Расчет нормативных значений сопротивлений теплопередаче ведется в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [2].

Нормативное сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле:

$$R_{o,тр} = a \cdot \GammaСОП + b, \quad (1.1)$$

где а, b-коэффициенты, значение которых принимается по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [2];

ГСОП-аббревиатура градусо-сутки отопительного периода (°С·сут/год) определяется по формуле:

$$\GammaСОП = (t_b - t_{от.п.}) \cdot Z_{от.п.} \quad (1.2)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, принимается по таблице 1 [3];

$t_{от.п.}$ – средняя температура наружного воздуха отопительного периода,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
						8

принимается по таблице 3.1[1];

$Z_{от.п.}$ - продолжительность отопительного периода, принимается по таблице 3.1[1].

$$ГСОП = (21 + 6,5) \cdot 218 = 5995 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

Таблица 1.2 - Характеристики наружных ограждающих конструкций

Наружные ограждающие конструкции	Требуемое сопротивление теплопередаче $R_o, \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$	Коэффициент теплопередаче $K, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$
Наружная стена	3,5	0,28
Перекрытие над неотапливаемым подвалом	1,64	0,61
Перекрытие	4,54	0,22
Окна и балконные двери (тройное остекление)	0,55	1,82
Дверь входная деревянная	0,43	2,33

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.

2.1 Теплопотери через наружные ограждающие конструкции для помещений жилой части.

Трансмиссионные теплопотери здания складываются из основных и добавочных потерь теплоты. Основные рассчитываются суммированием потерь через каждую ограждающую конструкцию, а добавочные включают надбавку на ориентацию, угловое помещение, врывание холодного воздуха и т.д.

Теплопотери через наружные ограждающие конструкции, Вт, определяются по следующей формуле:

$$Q_i^{\text{НОК}} = A_i \cdot K_i \cdot (t_B - t_H) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta_i), \quad (2.1)$$

где A_i – расчетная площадь ограждения, м^2 , которая принимается с учетом правил обмера площадей с точностью до 0,1, м^2 ;

K_i – коэффициент теплопередачи ограждения, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$, принимается по таблице 1.2;

t_H – расчетная температура наружного воздуха, принимается по таблице 1 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [1], °C ;

t_B – расчетная температура воздуха в помещении, принимается по таблице 1.1 [3], °C ;

n – коэффициент, учитывающий фактическое расчетное повышение разности температур для ограждения, которое отделяет отапливаемое помещение от неотапливаемого, принимается по таблице 6 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [2];

β_i – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждение.

Рассмотрим пример расчета тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции помещения 1 на 9-ом этаже.

Тип помещения: угловая жилая комната.

Температура воздуха: $t_B = 23\text{°C}$ (т.к. надбавка на угловое помещение 2°C).

Наружные ограждающие конструкции: наружная стена 1 (НС 1), наружная стена 2 (НС 2), окно (ОК), потолок (ПТ).

1. Наружная стена 1:

- площадь: $A_{\text{НС 1}} = 4,65 \cdot 3,00 = 13,9 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{\text{НС 1}} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

									Лист.
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{nc1} = 1$;
- добавочные теплопотери $\beta_{nc1} = 0,05$, т.к. ориентация – запад.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через наружную стену 1 по формуле 2.1:

$$Q_{nc1} = 13,9 \cdot 0,28 \cdot (23 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,05) = 233 \text{ Вт}$$

2. Наружная стена 2:

- площадь: $A_{nc2} = 3,70 \cdot 3,00 = 11,1 \text{ м}^2$;
- коэффициент теплопередачи: $K_{nc2} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;
- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{nc2} = 1$;
- добавочные теплопотери $\beta_{nc2} = 0,1$, т.к. ориентация – север.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через наружную стену 2 по формуле 2.1:

$$Q_{nc2} = 11,1 \cdot 0,28 \cdot (23 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,1) = 195 \text{ Вт}$$

3. Окно:

- площадь: $A_{ок} = 1,50 \cdot 1,50 = 2,25 \text{ м}^2$;
- коэффициент теплопередачи: $K_{ок} = K_{ок} - K_{nc} = 1,82 - 0,28 = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;
- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{ок} = 1$;
- добавочные теплопотери $\beta_{ок} = 0,1$, т.к. ориентация – север.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через окно по формуле 2.1:

$$Q_{ок} = 2,25 \cdot 1,54 \cdot (23 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,1) = 217 \text{ Вт}$$

4. Потолок:

- площадь: $A_{пт} = 4,65 \cdot 3,70 = 17,2 \text{ м}^2$;
- коэффициент теплопередачи: $K_{пт} = 0,22 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;
- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{пт} = 1$;
- добавочные теплопотери - отсутствуют.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через окно по формуле 2.1:

$$Q_{пт} = 17,2 \cdot 0,22 \cdot (23 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0) = 216 \text{ Вт}$$

Трансмиссионные потери в помещении 1 на 9-ом этаже рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = Q_{nc1} + Q_{nc2} + Q_{ок} + Q_{пт} \quad (2.2)$$

Тогда,

$$Q_1 = 233 + 195 + 217 + 216 = 861 \text{ Вт}$$

						Лист.
					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Расчет остальных помещений проводится аналогично. Результаты расчетов сведены в таблицу А.1 приложения А.

2.2 Теплотери через наружные ограждающие конструкции для помещений встроенной части.

Расчет теплотери рассматриваемого помещения ведется аналогично, как и для помещений жилой части [см. п. 2.1].

Температура внутреннего воздуха для нежилых помещений принимается минимальная из допустимых по таблице 3 ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [3]. Считаем, что люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды (категория 3в).

Тогда, принимаем температуру внутреннего воздуха для встроенных помещений $t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$.

Наружные ограждающие конструкции: наружная стена 1 (НС 1), наружная стена 2 (НС 2), наружная стена 3 (НС 3), наружная стена 4 (НС 4), витражное остекление (ОК), перекрытие над неотапливаемым подвалом (ПЛ), дверь(ДВ).

1. Наружная стена 1 (НС 1)

- площадь: $A_{нс 1} = 4,15 \cdot 44,4 = 184,3 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{нс 1} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{нс 1} = 1$;

- добавочные теплотери $\beta_{нс 1} = 0,1$, т.к. ориентация – север.

Рассчитаем трансмиссионные теплотери через наружную стену 1 по формуле 2.1:

$$Q_{нс 1} = 184,3 \cdot 0,28 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,1) = 2838 \text{ Вт}$$

2. Наружная стена 2 (НС 2):

- площадь: $A_{нс 2} = 4,15 \cdot 15,6 = 64,7 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{нс 2} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{нс 2} = 1$;

- добавочные теплотери $\beta_{нс 2} = 0,1$, т.к. ориентация – восток.

Рассчитаем трансмиссионные теплотери через наружную стену 2 по формуле 2.1:

$$Q_{нс 2} = 64,7 \cdot 0,28 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,1) = 997 \text{ Вт}$$

									Лист.
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

3. Наружная стена 3 (НС 3):

- площадь: $A_{нс3} = 4,15 \cdot 15,6 = 64,7 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{нс3} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{нс3} = 1$;

- добавочные теплопотери $\beta_{нс3} = 0,05$, т.к. ориентация – запад.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через наружную стену 3 по формуле 2.1:

$$Q_{нс3} = 64,7 \cdot 0,28 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0,05) = 952 \text{ Вт}$$

4. Наружная стена 4 (НС 4):

- площадь: $A_{нс4} = 231,6 - (43,2 \cdot 2,0) = 145,2 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{нс4} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{нс2} = 1$;

- добавочные теплопотери $\beta_{нс2} = 0$, т.к. ориентация – юг.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через наружную стену 4 по формуле 2.1:

$$Q_{нс4} = 145,2 \cdot 0,28 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0) = 2033 \text{ Вт}$$

5. Витражное остекление уличного фасада (ОК):

- площадь: $A_{ок} = 2,0 \cdot 43,2 = 86,4 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{ок} = K_{ок} - K_{нс} = 1,82 - 0,28 = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{ок} = 1$;

- добавочные теплопотери $\beta_{ок} = 0$, т.к. ориентация – юг.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через окно по формуле 2.1:

$$Q_{ок} = 86,4 \cdot 1,54 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+0) = 6653 \text{ Вт}$$

6. Перекрытие над неотапливаемым подвалом (ПЛ):

- площадь: $A_{пл} = 15,6 \cdot 55,8 - (48 \cdot 2) = 774,5 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{пл} = 0,61 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{пл} = 0,6$;

- добавочные теплопотери - отсутствуют.

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через окно по формуле 2.1:

$$Q_{пл} = 774,5 \cdot 0,61 \cdot (16 - (-34)) \cdot 0,6 \cdot (1+0) = 14173 \text{ Вт}$$

7. Двери пластиковые двухкамерные (ДВ):

- площадь: $A_{дв} = 1,50 \cdot 2,10 = 3,2 \text{ м}^2$;

- коэффициент теплопередачи: $K_{дв} = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$;

- коэффициент, учитывающий понижение разности температур $n_{дв} = 1$;

- добавочные теплопотери (на врывание холодного воздуха) – $\beta_4 = 0,34 \cdot$

$H = 0,34 \cdot 4 = 1,36$ (имеется 1 тамбур).

Рассчитаем трансмиссионные теплопотери через окно по формуле 2.1:

$$Q_{дв} = 3,2 \cdot 2,04 \cdot (16 - (-34)) \cdot 1 \cdot (1+1,36) = 770 \text{ Вт}$$

Трансмиссионные потери торговых помещений рассчитываются по формуле:

$$Q_{вп} = Q_{нс 1} + Q_{нс 2} + Q_{нс 3} + Q_{нс 4} + Q_{ок} + Q_{пл} + Q_{дв} \quad (10.1)$$

Тогда,

$$Q_{вп} = 2838 + 997 + 952 + 2033 + 6653 + 14173 + 770 = 26621 \text{ Вт}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.2 приложения А.

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ ВОЗДУХА, ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.

Инfiltrация – это процесс проникания воздуха в здание через воздухопроницаемые элементы под действием разности давления внутри и снаружи здания.

При определении расчетных теплотерь в здании учитываются затраты теплоты, связанные с инfiltrацией наружного воздуха в помещение через ограждающие конструкции:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot c \cdot G_{\text{инф}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ Вт} \quad (3.1)$$

где 0,28 – переводной коэффициент;

$c = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$ – удельная теплоемкость воздуха;

$G_{\text{инф}}$ – суммарный расход инfiltrующегося воздуха через окна, двери, неплотности ограждений, кг/ч;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$ – расчетная внутренняя и наружная температура соответственно, $^\circ\text{С}$;

Расход наружного воздуха, инfiltrующегося через двери, рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{дв}}^{\text{инф}} = \Delta P_i^{1/2} \cdot \frac{A_{\text{дв}}}{R_{\text{и дв}}}, \text{ кг/ч} \quad (3.2)$$

где $A_{\text{дв}}$ – площадь дверей, м^2 ;

$R_{\text{и дв}} = 0,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{кг}$ – сопротивление воздухопроницанию наружных дверей;

ΔP_i – перепад давлений на поверхности рассматриваемого ограждения на уровне воздухопроницаемого элемента, Па. Показатель степени $n = 1/2$ объясняется тем, что для двери характерен турбулентный режим врывания воздуха.

Расход наружного воздуха, инfiltrующегося через окна, рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{ок}}^{\text{инф}} = \left(\frac{\Delta P_i}{\Delta P}\right)^{2/3} \cdot \frac{A_{\text{ок}}}{R_{\text{и ок}}}, \text{ кг/ч} \quad (3.3)$$

где $A_{\text{ок}}$ – площадь окна, м^2 ;

$R_{\text{и ок}} = 1,16 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{кг}$ – приведенное сопротивление воздухопроницанию окна, принимается по паспорту светопрозрачной конструкции. При отсутствии данных можно принимать равной требуемому значению, приведенному в пункте 1.4.

$\Delta P = 10 \text{ Па}$ – разность давлений, принятая для определения значения сопротивления воздухопроницанию;

									Лист.
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

ΔP_i – перепад давлений на поверхности рассматриваемого ограждения на уровне воздухопроницаемого элемента, Па. Показатель степени $n = 2/3$ объясняется тем, что для окон характерен смешанный аэродинамический режим.

Инфильтрация через стены и стыки панелей не велика, поэтому будем пренебрегать ею.

Расчетная разность давлений определяется по формуле:

$$\Delta P = P_n - P_v, \text{ кг/ч} \quad (3.4)$$

где P_v – условное внутреннее давление в помещении, Па, рассчитывается по следующей формуле:

$$P_v = 0,5 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_v) + 0,25 \cdot v_n^2 \cdot \rho_n \cdot (C_n - C_z) \cdot K \quad (3.5)$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха вытяжной шахты, м;

ρ_n, ρ_v – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 , рассчитывается по формуле:

$$\rho = \frac{353}{273+t} \quad (3.6)$$

$v_n = 4,5$ м/с – расчетная скорость ветра для холодного периода принимается по таблице 1 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [1];

$C_n = 0,8, C_z = -0,6$ – аэродинамические коэффициенты с наветренной и заветренной стороны здания, принимаются согласно приложению Б СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [5];

$k = 0,7$ – аэродинамический коэффициент для типа местности С, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания принимается по таблице 11.2 [5].

P_n – наружное давление на поверхности ограждения на уровне расположения воздухопроницаемого объекта, Па, определяется по формуле:

$$P_n = (H-h_i) \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_v) + 0,5 \cdot v_n^2 \cdot \rho_n \cdot (C_n - C_z) \cdot K \quad (3.7)$$

где h_i – расстояние от поверхности земли до верха окон, дверей, проемов, м;

Определим тепловые потери на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося через ограждающие конструкции для помещения лестничной клетки А:

Температура внутри помещения $t_v = 16^\circ\text{C}$.

Плотность внутреннего и наружного воздуха рассчитывается по формуле 2.8:

$$\rho_v = \frac{353}{273+16} = 1,221 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_n = \frac{353}{273-34} = 1,477 \text{ кг/м}^3$$

Далее рассчитаем условное внутреннее давление лестничной клетки по формуле 3.5:

									Лист.
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

$$P_B = 0,5 \cdot 29,5 \cdot 9,8 \cdot (1,477 - 1,221) + 0,25 \cdot 4,5^2 \cdot 1,477 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 44,3 \text{ Па}$$

Необходимо определить давление на поверхности ограждения на уровне воздухопроницаемого объекта по формуле 3.7:

- для входной двери:

$$P_{\text{ндв}} = (29,5 - 2,65) \cdot 9,8 \cdot (1,477 - 1,221) + 0,5 \cdot 4,5^2 \cdot 1,477 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,4 = 75,7 \text{ Па}$$

- для окна 2 этажа:

$$P_{\text{нок2}} = (29,5 - 5,05) \cdot 9,8 \cdot (1,477 - 1,221) + 0,5 \cdot 4,5^2 \cdot 1,477 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,4 = 69,7 \text{ Па}$$

- для окна на 9 этаже:

$$P_{\text{нок9}} = (29,5 - 26,05) \cdot 9,8 \cdot (1,477 - 1,221) + 0,5 \cdot 4,5^2 \cdot 1,477 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,63 = 21,8 \text{ Па}$$

Для расчета расхода инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции необходимо определить перепад давлений снаружи и внутри помещения:

$$\Delta P_1 = 75,7 - 44,3 = 31,4 \text{ Па}$$

$$\Delta P_2 = 69,7 - 44,3 = 25,4 \text{ Па}$$

$$\Delta P_9 = 21,8 - 44,3 = -22,5 \text{ Па}$$

Расчет для остальных воздухопроницаемых конструкции производится аналогично. Данные расчета сведены в таблицу 3.1.

По итогам расчета видно, что с 6 по 9 этаж - зона эксфильтрации.

Расход наружного воздуха, инфильтрующегося через двери, рассчитывается по формуле 3.3:

$$G_{\text{дв}}^{\text{инф}} = 31,4^{1/2} \cdot \frac{2,2}{0,15} = 82,2 \text{ кг/ч}$$

Расход наружного воздуха, инфильтрующегося через оконный проем на 2 этаже, рассчитывается по формуле 2.5:

$$G_{\text{ок}}^{\text{инф}} = \left(\frac{25,4}{10}\right)^{2/3} \cdot \frac{2,3}{1,16} = 3,7 \text{ кг/ч}$$

Далее рассчитаем количество тепловой энергии, необходимой для нагрева инфильтрующегося воздуха через наружные двери лестничной клетки А:

$$Q_{\text{инф}}^{\text{дв}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 82,2 \cdot (16 + 34) = 1157 \text{ Вт}$$

Расход тепловой энергии для нагрева инфильтрующегося воздуха через оконный проем 2 этажа:

$$Q_{\text{инф}}^{\text{ок}^2} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 3,7 \cdot (16 + 34) = 52 \text{ Вт}$$

Остальные расчетные данные приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет расхода теплоты на нагревания воздуха, инфильтрующегося через ограждающие конструкции лестничной клетки А.

									Лист.
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

Этаж	h _э , м	H-h _i , м	P _н , Па	ΔP, Па	K	G _{инф} , кг/ч	Q _{инф} , Вт
1	2,65	26,85	5,7	31,4	0,4	82,2	1157
2	5,05	24	69,7	25,4	0,4	3,7	52
3	8,05	21,45	62,2	17,9	0,4	2,9	41
4	11,05	18,45	55,1	10,8	0,42	2	28
5	14,05	15,45	48,4	4,1	0,46	1,1	16
6	17,05	12,45	41,9	-2,4	0,51	Эксфильтрация	
7	20,05	9	34	-10,3	0,55		
8	23,05	6,45	28,5	-15,8	0,59		
9	26,05	3,45	21,8	-22,5	0,63		
						Итого:	1294 Вт

По расчету затраченной теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха через наружные двери лестничной клетки получилось $Q_{инф}^{дв} = 1157$ Вт. А теплопотери через наружные двери (см. таблицу А.1) составили $Q_{нок}^{дв} = 2596$ Вт. В расчет теплопотерь принимаем большую величину.

Тогда, теплопотери лестничной клетки рассчитываются по формуле:

$$Q_{лк} = Q_{нок} + Q_{инф}^{ок} \quad (3.8)$$

$$Q_{лк} = 6020 + 137 = 6157 \text{ Вт}$$

Для встроенных помещений на 1 этаже не учитываются потери теплоты на несбалансированную вентиляцию и инфильтрацию, поскольку проектом предусматривается приточно-вытяжная система вентиляции. Следовательно, компенсация удаляемого воздуха будет происходить за счет подогретого приточного.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ ВОЗДУХА, ПОСТУПАЮЩЕГО В ПОМЕЩЕНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.

Для помещений жилых и общественных зданий, оснащенных только системами вытяжной вентиляции с притоком через форточки или специальные приточные устройства, на систему отопления возлагается нагрев вентиляционной нормы наружного воздуха.

Расход теплоты на нагревание вентиляционного воздуха, определяется по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{н}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \quad (4.1)$$

где 0,28 – переводной коэффициент;

$c = 1,005$ кДж/(кг · °С) – удельная теплоемкость воздуха;

$L_{\text{вент}}$ – расчетный объемный расход вентиляционного воздуха, м³/ч;

$\rho_{\text{н}} = 1,2$ кг/м³ – плотность вентиляционного воздуха;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$ – расчетная внутренняя и наружная температура соответственно, °С;

В жилых зданиях расход воздуха $L_{\text{вент}}$ принимается равным максимальному из следующих:

1. Расход приточного воздуха при заселенности квартиры менее 20 м²/чел:

$$L_1 = 3 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot A_{\text{ж.п.}} \quad (4.2)$$

2. Расход приточного воздуха при заселенности квартиры более 20 м²/чел по санитарной норме:

$$L_2 = 30 (\text{м}^3/\text{ч}) \cdot n \quad (4.3)$$

где n – количество жильцов в квартире.

3. Расход приточного воздуха по нормативной кратности:

$$L_3 = 0,35 K \cdot V_{\text{кв}} \quad (4.4)$$

где 0,35 K – кратность воздухообмена в помещении;

$V_{\text{кв}}$ – объем квартиры, м³

4. Расход вытяжного воздуха, который равен нормируемому объему вытяжки из следующих помещений:

- кухни с электрической плитой – $L_2 = 60$ м³/ч;

- ваннные комнаты, санузлы и совмещенные санузлы – $L_2 = 25$ м³/ч;

- постирочных, гардеробных, кладовых – $K = 1$.

Расчет нагрева воздуха в результате несбалансированной вентиляции ведется для каждой типовой квартиры.

									Лист.
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

Рассмотрим пример расчета расхода теплоты на нагрев вентиляционного воздуха для квартиры на втором этаже. Она состоит из следующих помещений:

- угловая жилая комната (201) площадью $A^{201} = 16,0 \text{ м}^2$;
- кухня (202) площадью $A^{202} = 8,8 \text{ м}^2$;
- ванная (203) площадью $A^{203} = 2,0 \text{ м}^2$;
- санузел (204) площадью $A^{204} = 1,5 \text{ м}^2$;
- коридор (205) площадью $A^{205} = 14,9 \text{ м}^2$;
- угловая жилая комната (266) площадью $A^{266} = 18,2 \text{ м}^2$.

Суммарная площадь всех помещений: $A = 61,4 \text{ м}^2$

Тогда, жилая площадь составляет:

$$A_{\text{ж}} = A^{201} + A^{266} \quad (4.5)$$

$$A_{\text{ж}} = 16 + 18,2 = 34,2 \text{ м}^2$$

Количество жильцов в квартире определяется из условия:

$$n = k + 1 \quad (4.6)$$

где k – количество комнат в квартире;

$$n = 2 + 1 = 3 \text{ чел.}$$

Далее необходимо определить объем квартиры, м^3 :

$$V_{\text{кв}} = A \cdot h \quad (4.7)$$

где h – высота потолка, м.

$$V_{\text{кв}} = 61,4 \cdot 2,7 = 166 \text{ м}^3$$

Рассчитаем расход приточного воздуха по жилой площади квартиры по формуле 4.2:

$$L_1 = 3 \cdot 34,2 = 103 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход приточного воздуха по санитарной норме на человека по формуле 4.3:

$$L_2 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход приточного воздуха по нормативной кратности воздухообмена по формуле 4.4:

$$L_3 = 0,35 \cdot 166 = 58 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход вытяжного воздуха по нормируемому объему вытяжки:

$$L_4 = L^{202} + L^{203} + L^{204}$$

где $L^{202} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход вытяжного воздуха на кухне с электрической плитой;

$L^{203}, L^{204} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход вытяжного воздуха в ванной и санузле соответственно.

$$L_4 = 60 + 25 + 25 = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По итогам расчета видно, что наибольший расход воздуха составляет $L = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$. Полученная величина делится поровну между помещениями, в которых есть окна. Для данной квартиры:

$$- L^{201} = 36 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$- L^{202} = 37 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$- L^{266} = 37 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим расход теплоты на нагревание вентиляционного воздуха для квартиры 1 по формуле 2.11:

$$Q_{\text{вент}}^{201} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 36 \cdot 1,2 \cdot (23 - (-34)) = 694 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вент}}^{202} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 37 \cdot 1,2 \cdot (19 - (-34)) = 663 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вент}}^{266} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 37 \cdot 1,2 \cdot (23 - (-34)) = 713 \text{ Вт}$$

Тогда, суммарный расход теплоты на нагревание вентиляционного воздуха для квартиры 1 составляет:

$$Q_{\text{вент}} = 694 + 663 + 713 = 2069 \text{ Вт}$$

Расчет остальных квартир проводится аналогично. Результаты расчета сведены в таблицу А.3 приложения А.

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЫТОВЫХ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИИ.

В жилых зданиях бытовые теплопоступления рассчитываются по укрупненным значениям. Они включают в себя поступление тепла от электрооборудования, освещения, плит и людей.

Значение теплового потока от бытовых источников теплоты принимается равным 10 Вт/м^2 площади пола жилых помещений и кухонь.

Бытовые тепловыделения определяются по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = 10 \cdot A_{\text{пл}} \quad (5.1)$$

Рассчитаем количество бытовых тепловыделений для квартиры 1:

- для жилой комнаты 201: $Q_{\text{быт}}^{201} = 10 \cdot 16 = 160 \text{ Вт}$

- для кухни 202: $Q_{\text{быт}}^{202} = 10 \cdot 8,8 = 88 \text{ Вт}$

- для жилой комнаты 266: $Q_{\text{быт}}^{266} = 10 \cdot 18,2 = 182 \text{ Вт}$

$$Q_{\text{быт}}^{\Sigma} = 160 + 88 + 182 = 430 \text{ Вт}$$

Для остальных помещений расчет ведется аналогично. Результаты расчета сведены в таблицу А.3 приложения А.

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.

Определим расчётные теплотери помещений жилой части. Для различных помещений значение теплотерь отличается и определяется по формулам:

- для жилых комнат, кухонь:

$$\Sigma Q_{ж,к} = Q_{нок} + Q_{вент} - Q_{быт} \quad (6.1)$$

- для санузлов, ванн, коридоров, кладовых, встроенных помещений:

$$\Sigma Q_{с,в} = Q_{нок} \quad (6.2)$$

где $Q_{нок}$ – расчетные теплотери через наружные ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{вент}$ – расчетные теплотери на нагревание наружного приточного воздуха, Вт;

$Q_{быт}$ – расчетные тепlopоступления от бытовых приборов, освещения, Вт.

Пример расчета теплотерь для угловой жилой комнаты 201.

Расчетные теплотери и тепlopоступления для данного помещения:

$$Q_{нок} = 670 \text{ Вт (см.табл.А.1, прил. А)}$$

$$Q_{вент} = 694 \text{ Вт (см.табл.А.3, прил. А)}$$

$$Q_{быт} = 160 \text{ Вт (см.табл.А.3, прил. А)}$$

Тогда, суммарные теплотери составляют:

$$\Sigma Q_{ж,к} = 670 + 694 - 160 = 1204 \text{ Вт}$$

Для остальных помещений расчет проводится аналогично. Результаты расчета теплотерь приведен в таблице А.4 приложение А.

7 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Для 9-этажного здания запроектировано две системы отопления: СО 1 – обслуживает жилую часть здания с лестничными клетками и СО 2 – предназначена для поддержания допустимой температуры во встроенных помещениях.

В жилой части запроектирована вертикальная, однотрубная, тупиковая система отопления, с нижней разводкой магистральных трубопроводов (по подвалу и техподполью дома), проточная с замыкающими участками.

Магистралы проложены в помещении техподполья вдоль наружной стены на расстоянии 1,5 м от перекрытия подвала с уклоном $i = 0,002$ м в сторону теплового пункта здания (для облегчения слива теплоносителя и выпуска воздуха из системы). Трубопроводы крепятся к стене с помощью кронштейнов.

Удаление воздуха из системы производится через краны Маевского, установленные на отопительных приборах.

Присоединение системы отопления к тепловым сетям – зависимое. Это позволяет уменьшить капитальные вложения на оборудование. В качестве теплоносителя используется подготовленная очищенная вода из тепловых сетей с температурным графиком 105/70 °С.

Тепловой пункт располагается в подвале у наружной стены под нежилыми помещениями по центру здания в осях 5 - 7/Б - Д. Конструкция системы отопления симметрична.

Магистральные подающие трубопроводы нижней разводки, все трубопроводы узла управления изолированы трубчатой изоляцией типа «Энергофлекс» с покровным слоем из алюминиевой фольги толщиной 0,5 мм. Толщина изоляции – 13 мм (для ИТП - 20 мм). Антикоррозионное покрытие магистральных трубопроводов и стояков отопления в подвале из 2-х слоев грунта ГФ-021 ГОСТ 25129-82 [6]. Стояки системы отопления выше отметки 0.000 окрашены масляной краской на 2 раза по грунту ГФ - 021.

Системы отопления выполнены из стальных водогазопроводных труб для участков сети с диаметром до 50 мм (ГОСТ 3262-75 [7]) и электросварных для участков сети с диаметром 50 мм и более (ГОСТ 10704-91 [8]).

Стояки размещаются открыто у наружных стен на расстоянии не менее 150 мм от окна. Расстояние между подающим и обратным трубопроводом 300 мм. Через плиты перекрытия стояки проходят в футлярах типа А14Б 594.000 диаметром на 10 мм больше стояка с целью предотвращения деформации при температурном расширении. Зазор заделывается негорючими материалами,

									Лист.
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

такими как минералвата, до восстановления предела огнестойкости конструкции.

Трубопроводы стояков системы отопления жилой части СО 1 в нежилых помещениях первого этажа проложены транзитом вдоль колонн или стен.

В узлах присоединения стояка к магистрали устанавливается следующая арматура:

- шаровые краны на обратной и подающем трубопроводе для отключения стояка «Danfoss» типа BVR;

- на подающем трубопроводе устанавливается сетчатый фильтр типа FVF «Danfoss» для механической очистки рабочей среды от грязи, ржавчины, стружки и т.п.;

- для регулирования расхода теплоносителя на обратном трубопроводе устанавливается автоматический балансировочный клапан фирмы «Danfoss» типа «AB-QM»;

- дренажный кран на обратном трубопроводе «Danfoss» типа BVR предназначен для слива теплоносителя из системы отопления.

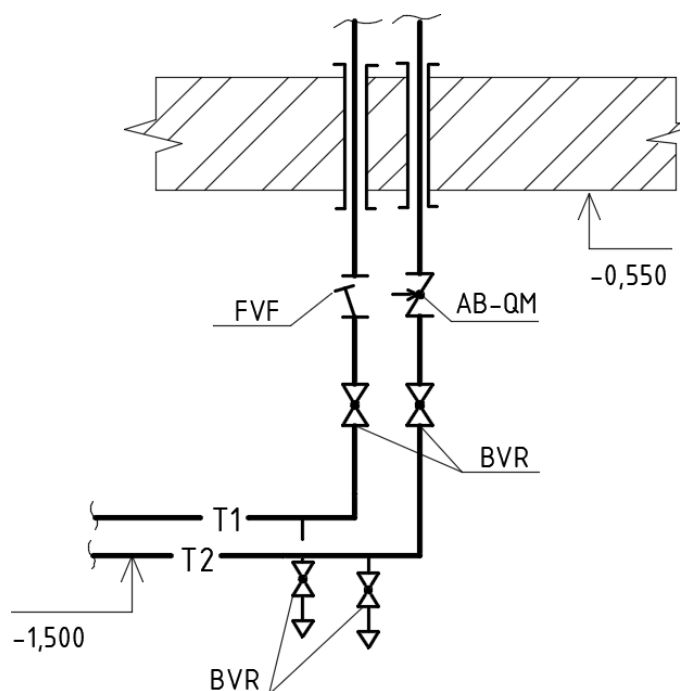


Рисунок 7.3 – Схема узла присоединения стояка к магистрали.

В системе отопления жилой части в качестве отопительных приборов принимаем стальные панельные радиаторы «Comract 21s» фирмы «Purmo» с односторонним боковым подключением к стояку и движением теплоносителя «сверху-вниз». В ванных комнатах и совмещенных санузлах устанавливаем полотенцесушители стальные М-образные фирмы «Alliance-DV».

Панельные радиаторы размещаются под оконными проемами посередине, так чтобы они перекрывали не менее 50% проема. Крепление производится кронштейнами к поверхности наружной стены на расстоянии 50 мм и 150 мм до поверхности пола. Присоединение к стояку осуществляется с помощью подводок. Установка производится в соответствии с приведенной схемой [см.рис. 7.1].

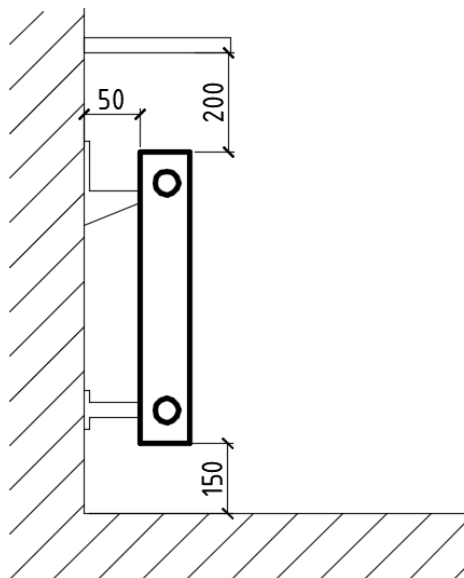


Рисунок 7.1 – Монтажная схема отопительного прибора.

В приборном узле устанавливается:

- кран шаровой муфтовый полнопроходной тип BVR, фирмы Danfoss который позволяет перекрывать поток теплоносителя через отопительный прибор;
- терморегулятор на подающей подводке типа RTR-G, фирмы Danfoss дает возможность автоматически регулировать расход теплоносителя, что позволяет автоматически поддерживать температуру воздуха в помещении на заданном уровне с точностью до 1 °С [13];
- кран Маевского предназначенный для удаления скопившихся в отопительном приборе газов и воздуха.

Схема приборного узла приведена на рисунке 7.2

									Лист.
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

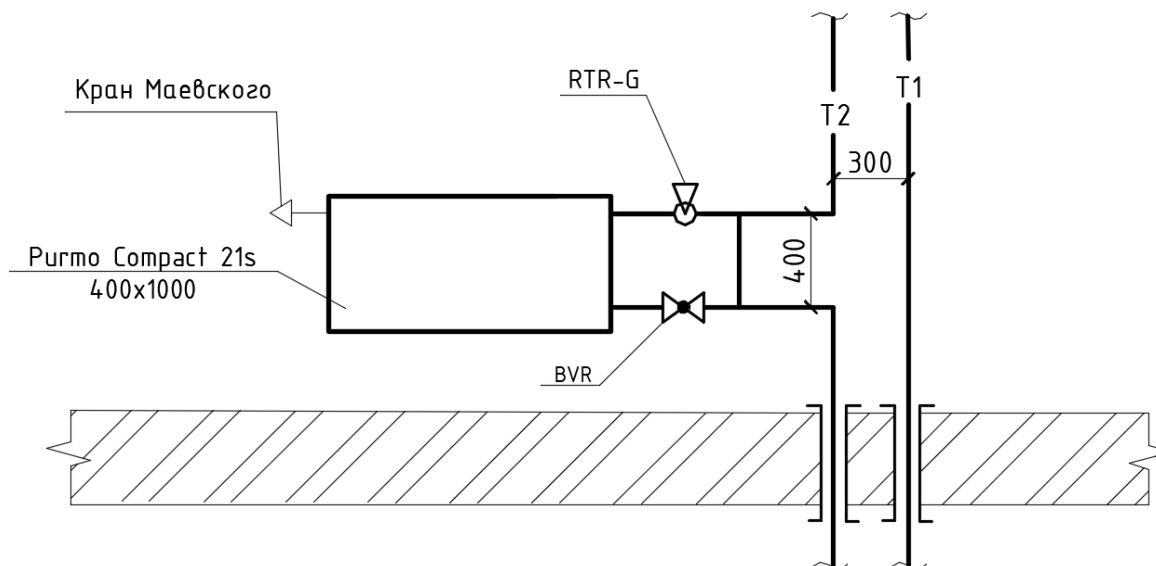


Рисунок 7.2 – Схема приборного узла.

В качестве отопительных приборов лестничных клеток принимаем проходные конвекторы типа Комфорт М2 КН 20-1,970 П [10] с целью увеличения площади нагрева. Конвекторы размещены на первом этаже под лестничным маршем на высоте 2 м от пола, для того, чтобы не мешать эвакуации людей при экстренной ситуации. Схема расположения отопительных приборов лестничной клетки приведена в графической части Приложение Д.

В мусорокамере устанавливаются регистры из гладких труб.

Система отопления встроенных помещений запроектирована однотрубная горизонтальная с прокладкой магистральных трубопроводов по техподполью. Параметрами теплоносителя – 105/70 °С.

Отопительные приборы размещаются вдоль наружных стен по периметру помещения на расстоянии от стены 100 мм.

В качестве отопительных приборов в торговых залах принимаем стальные панельные радиаторы типа Ventil Compact 21s фирмы «Purmo» с нижним подключением к стояку и движением теплоносителя «снизу-вниз».

Для встроенных помещений запроектирован отдельный тепловой пункт. Подача теплоносителя осуществляется через отведенные трубопроводы от ИТП жилой части.

									Лист.
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

8 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловой расчет отопительных приборов производится для определения площади нагревательной поверхности прибора, обеспечивающей теплопередачу необходимого количества тепла от теплоносителя в помещение.

Тепловой расчет сводится к определению требуемого номинального потока отопительного прибора, который определяется по формуле:

$$Q_{\text{ну тр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\varphi_{\text{к}}} \quad (8.1)$$

где $Q_{\text{пр}}$ - расчетная теплопередача прибора в рассматриваемом помещении, Вт;

$\varphi_{\text{к}}$ - комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока к расчетным условиям.

Необходимо определить тепловую мощность прибора:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} (1 - \beta) + Q_{\text{тр}} \quad (8.2)$$

где $Q_{\text{пом}}$ – теплопотери рассматриваемого помещения, Вт;

β - доля теплоты, передаваемая в помещение;

$Q_{\text{тр}}$ – теплоотдача открыто проложенных труб в помещении, Вт.

Примем, что теплоотдача открыто проложенных труб в помещении равна нулю $Q_{\text{тр}} = 0$. Тогда, $Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}}$.

Далее определяют комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока по формуле:

$$\varphi_{\text{к}} = \frac{\Delta t_{\text{ср}}^{n+1}}{70} \cdot \frac{G_{\text{пр}}^p}{360} \cdot c \cdot \psi \cdot v \quad (8.3)$$

где $\Delta t_{\text{ср}}$ – относительный средний температурный напор, °С, определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_r + t_o}{2} - t_v \quad (8.4)$$

где t_r, t_o – температуры подающего и обратного теплоносителя соответственно, °С;

t_v – температура внутри помещения, °С;

n, p, c – экспериментальные числовые показатели;

ψ – коэффициент учета направления движения воды в отопительном приборе, если движение теплоносителя сверху-вниз, то $\psi = 1$;

									Лист.
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

β – коэффициент, учитывающий фактор расчетного значения атмосферного давления в месте расположения здания, определяется по каталогу фирмы;

70, 360 – номинальные условия, при которых происходят тепловые и гидравлические испытания отопительного прибора;

$G_{\text{пр}}$ – фактический расход теплоносителя в отопительном приборе, кг/ч, рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{пом}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_r - t_o)} \quad (8.5)$$

где $Q_{\text{пом}}$ – тепловая нагрузка помещения, Вт;

β_1 – коэффициент, зависящий от шага номенклатурного ряда отопительных приборов, определяется по каталогу для данного типа радиатора фирмы «Rurgo» [9];

β_2 – коэффициент, зависящий от места установки прибора, определяется по каталогу для данного типа радиатора фирмы «Rurgo» [9];

c – теплоемкость воды, Дж/(кг · °С);

Далее в каталоге фирмы по требуемому номинальному тепловому потоку радиатора $Q_{\text{ну}}^{\text{ТР}}$ подбираем ближайшее большее значение номинального потока $Q_{\text{ну}}$. И далее должно выполняться условие:

$$H = \frac{Q_{\text{ну}} + Q_{\text{ну}}^{\text{ТР}}}{Q_{\text{ну}}^{\text{ТР}}} \leq 15\% \quad (8.6)$$

В данной выпускной квалификационной работе тепловой расчет отопительных приборов осуществлялся с помощью программы «Поток».

8.1 Тепловой расчет отопительных приборов жилых помещений.

									Лист.
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

Для начала теплового расчета необходимо определить количество типовых приборных узлов. Для каждого из них задать все необходимые характеристики: тип и фирму отопительных приборов, место установки, наличие запорной арматуры, замыкающего участка и т.д.

В данной выпускной квалификационной работе было принято решение об установке в жилой части в качестве отопительных приборов стальных панельных радиаторов «Comract 21s» фирмы «Purmo». Технические данные брали по каталогу продукции [9].

Рассмотрим пример характеристики приборного узла №1 системы отопления жилой части.

УЗЛЫ СИСТЕМЫ

Узел №: 1	Прибор: <i>Радиатор Purmo C тип 21s</i>	Настенный
	Воздухосборник: Нет	<u>у наружной стены</u>
	Фильтр: Нет	Коэффициент укрытия прибора: 1,00
Диаметр замыкающего участка: 15		Длина замыкающего участка: 0,5
Диаметр подводки: 20		Длина подводки, М: 1,0
Количество отводов: 2		
<u>Регулирующее устройство на подающей</u>		
Производитель (поставщик) Отсутствует	Устройство: НЕТ	
	Тип корпуса: НЕТ	Материал корпуса: НЕТ
	Терморегулирующий элемент: НЕТ	
<u>Регулирующее устройство на обратной</u>		
Производитель Отсутствует	Устройство: НЕТ	

Рисунок 8.1 – Характеристика приборного узла №1

Результаты подбора остальных отопительных приборов в программе «Поток» приведены в приложении Б.

8.2 Тепловой расчет отопительных приборов встроенных помещений.

Для встроенных помещений было принято решение об установке стальных панельных радиаторов типа Ventil Compact 11 фирмы «Purmo» с нижним подключением к стояку и движением теплоносителя «снизу-вниз». Технические данные брали по каталогу продукции [9].

Устанавливаются вдоль наружных стен по периметру помещения на расстоянии от наружной стены 150 мм.

Тепловой расчет отопительных приборов встроенных помещений ведется аналогично, как и для отопительных приборов системы отопления жилой части [см. п. 8.1].

Суммарные теплотери встроенных помещений составляют $Q_{пр} = Q_{пом} = 26621$ Вт.

Рассмотрим характеристики приборного узла встроенных помещений.

УЗЛЫ СИСТЕМЫ

Узел №: 1	Прибор: <i>Радиатор Purmo V(VKO) тип 11</i>	Настенный
Воздухосборник: Нет		<u>у наружной</u>
Фильтр: Нет	Коэффициент укрытия прибора: 1,00	
Диаметр замыкающего участка: Нет	Длина замыкающего участка: 0,0	
Диаметр подводки: Расч.	Длина подводки, М: 0,3	
Количество отводов: 0		
<u>Регулирующее устройство на подающей</u>		
Производитель Отсутствует (поставщик)	Устройство: НЕТ	Материал корпуса: НЕТ
	Тип корпуса: НЕТ	
	Терморегулирующий элемент: НЕТ	
<u>Регулирующее устройство на обратной</u>		
Производитель Отсутствует	Устройство: НЕТ	

Рисунок 8.2 – Характеристика приборного узла №1 встроенных помещений

Подробные данные подбора сведены в приложение Б.

9 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЯ СО1.

Система водяного отопления представляет собой разветвленную закольцованную сеть труб и отопительных приборов, заполненных теплоносителем. Начало и конец системы находится в ИТП. Так как тепло передается при охлаждении определенного количества воды, требуется выполнять гидравлический расчет системы.

Основными задачами гидравлического расчета являются:

1. Подбор диаметров труб;
2. Определение расчетных потерь давления в ОЦК для подбора циркуляционного насоса;
3. Определение расчетных потерь давления во всех второстепенных циркуляционных кольцах для увязки системы.

В данном проекте были запроектированы две системы отопления: СО 1 – для жилой части здания и лестничных клеток, СО 2 – для помещений торговых залов.

В основе гидравлического расчета системы отопления лежит метод характеристики гидравлического сопротивления. Тогда, потери давления на рассматриваемом участке мы определяем по формуле

$$\Delta p_{\text{уч}} = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{м}} \quad (9.1)$$

где $\Delta p_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, Па;

$\Delta p_{\text{м}}$ – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Для того, чтобы рассчитать потери давления на участке, необходимо определить потери давления на трение. Они определяются по формуле:

$$\Delta p_{\text{тр}} = R \cdot l \quad (9.2)$$

где R – удельные линейные потери на трение, Па/м;

l – длина рассматриваемого участка, м.

Далее нужно найти значение удельных линейных потерь на трение по формуле:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{в}}} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (9.3)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

$d_{\text{в}}$ – внутренний диаметр трубы, м;

ρ – средняя плотность теплоносителя, кг/м³;

ω – скорость движения теплоносителя на участке, м/с.

									Лист.
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

Скорость движения теплоносителя на участке рассчитываем по формуле:

$$\omega = \frac{4 \cdot G}{3600 \cdot 3,14 \cdot d_b^2 \cdot \rho_b} \quad (9.4)$$

где G – расход теплоносителя на рассматриваемом участке, кг/ч;

d_b – внутренний диаметр трубопровода, м;

ρ – плотность теплоносителя, кг/м³.

Расход теплоносителя на участке определяем по формуле:

$$G_{ст} = \frac{3,6 \cdot Q_{ст} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_r - t_o) \cdot c} \quad (9.5)$$

где $Q_{ст}$ – тепловая нагрузка на расчетном стояке, Вт;

β_1 – коэффициент, зависящий от шага номенклатурного ряда отопительных приборов, определяется по каталогу для выбранного типа радиатора [см. п.8];

β_2 – коэффициент, зависящий от места установки прибора, определяется по каталогу для выбранного типа радиатора [см. п. 8];

c – теплоемкость воды, Дж/(кг · °С);

t_r, t_o – температура подающего и обратного теплоносителя соответственно, °С;

Так как в однотрубных системах температура в стояке может изменяться, то рассчитывают расход теплоносителя через каждый прибор по формуле:

$$G_{пр} = \alpha \cdot G_{ст} \quad (9.6)$$

где α – коэффициент затекания теплоносителя в отопительный прибор, зависящий от характеристики гидравлического сопротивления Se .

Характеристика гидравлического сопротивления определяется по формуле:

$$Se = \frac{31 \cdot \beta \cdot h_{пр} \cdot Q_{пр}}{G_{ст}} \quad (9.7)$$

где β – коэффициент, зависящий от расчетной разности температур в системе отопления, определяется по таблице 10.4 «Внутренние санитарно-технические устройства» [14];

$h_{пр}$ – высота отопительного прибора, м;

$Q_{пр}$ – расход тепла через стояк, Вт;

$G_{ст}$ – расход теплоносителя через стояк, кг/ч.

Определим предельную дополнительную характеристику гидравлического сопротивления $Se_{пр}$ по таблице 10.11 «Внутренние санитарно-технические устройства» [14].

Если $Se > Se_{пр}$, то коэффициент затекания теплоносителя в прибор рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{S_1}{S_2 + Se}}} \quad (9.8)$$

									Лист.
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

где S_1 – гидравлическая характеристика отопительного прибора подвода к нему определяется по таблице 10.20 [14];

S_2 – гидравлическая характеристика замыкающего участка.

Если $Se < Se_{пр}$, то коэффициент затекания в отопительный прибор определяется по таблице 9.3 [14].

Далее для определения удельных линейных потерь на трение необходимо рассчитать коэффициент гидравлического трения λ . Данный коэффициент зависит от режима движения теплоносителя на расчетном участке. Как правило, в системах отопления наблюдается переходный режим.

Режим течения теплоносителя определяется числом Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_B}{\nu} \quad (9.9)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости, m^2/c .

1. Переходный режим. Число Рейнольдса должно лежать в пределах от 2300 до $Re_{пр}$:

$$2300 < Re < Re_{пр}$$

Предельное значение числа Рейнольдса определяется:

$$Re_{пр} = \frac{568 \cdot d_B}{k_{эКВ}} \quad (9.10)$$

где $k_{эКВ}$ – коэффициент относительно эквивалентной шероховатости, для стальных труб принимается $k_{эКВ} = 0,2$ мм.

Тогда, коэффициент гидравлического трения λ определяется по следующей формуле:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_{эКВ}}{d_B} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (9.11)$$

2. Турбулентный режим. Если режим течения теплоносителя турбулентный, то должно выполняться соотношение:

$$Re > Re_{пр}$$

В этом случае, коэффициент гидравлического трения λ будет рассчитываться по формуле:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_{эКВ}}{d_B} \right)^{0,25} \quad (9.12)$$

На каждом участке трубопровода присутствуют фасонные элементы, например, отводы на 90° , тройники на проход, тройники на ответвления, внезапные сужения (при выходе из отопительных приборов), внезапные расширения (при входе в отопительные приборы). А также, на трубопроводе располагается различная арматура, например, шаровые краны, балансировочные клапаны, фильтры. Для определения полных потерь давления на

рассматриваемом участке, необходимо определить и учесть потери давления на всех элементах, которые расположены на этих участках.

Потери давления на фасонных элементах трубопровода находятся по формуле:

$$\Delta p_M = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \quad (9.13)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, определяется по таблицам П.11 - П.13 Справочника проектировщика Сканави А.Н., Богословского В.Н. [14].

Потери давления на фасонных элементах трубопровода находятся по формуле:

$$\Delta p_M = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{k_{vS}}\right)^2 \quad (9.14)$$

где k_{vS} – пропускная способность арматуры, м³/ч, определяется по каталогам.

1.1. Гидравлический расчет системы отопления жилой части СО 1.

Рассмотрим, как производится ввод данных в программе «Поток» на примере. Для начала гидравлического расчета необходимо задать все необходимые показатели: тип и температурный график системы отопления, скорость теплоносителя, материал трубопроводов и т.д.

Общие данные

Тип системы: *Однотрубная*
 Расчётное барометрическое давление кПа: **1013**
 Потери напора в системе (предварительные) Па: **20000**
 Температура теплоносителя в подающем трубопроводе °С: **105**
 Температура теплоносителя в обратном трубопроводе °С: **70**
 Площадь здания м²: **100**
 Скорость теплоносителя Максимальная м./сек: **2,00**
 Располагаемый перепад давления на вводе в здания кПа: **0,0**
 Элеватор **Нет**
 Для стояков: **Трубы стальные водогазопроводные обыкновен**
 Для магистралей: **Трубы стальные водогазопроводные обыкновен**
 Поставщик термостатов:
 Терморегулирующие вентили:
 Доля на термостат: **0,000**
 Предельный диаметр стояков: **нет**
 Процент этиленгликоля: **00**
 Запас 10% на длину труб: **Нет**
 Учёт теплоотдачи труб: **Нет**
 Установка шайб на магистралях веток: **Нет**
 Система с опрокинутой циркуляцией: **Нет**
 Стояк **из труб одного сечения.**
 Расчёт с переменным перепадом: **Нет**
 Движение воды в стояках:
 Движение воды в приборах:

Рисунок 9.1 – Общие данные для гидравлического расчета СО 1.

Далее заполняются все стояки системы, типы узлов, высота над центром нагрева и т.д. Рассмотрим на примере стояка №1.

№ стояка	№ узла	Направление теплоносителя	Высота прибора над центром нагрева	Тепловая нагрузка	Температура в помещ. или потери напора	Длина этаже-стояка	Количество отводов	Диаметр
Ст.-1	1	2	5,5	1	16	4	2	20
2	1	2	5,5	1204	23	3	2	20
3	1	2	26	1	23	21	2	20
4	1	1	26	1380	23	3	2	20
5	1	1	23	1179	23	3	2	20
6	1	1	20	1179	23	3	2	20
7	1	1	17	1179	23	3	2	20
8	1	1	14	1179	23	3	2	20
9	1	1	11	1179	23	3	2	20
10	1	1	8	1179	23	3	2	20
11	1	1	8	1	23	7	2	20

Рисунок 9.2 – Характеристика стояка №1

После того как все стояки системы забиты в таблицу, определяют количество веток на магистрали и расположенные на ней стояки.

№ стояка	Узлы присоединения стояка				Магистрали к стояку		
	Подающий трубопровод		Обратный трубопровод		Длина	Армат, клап, отв	Диаметр
	Длина	Армат, клап, отв	Длина	Армат, клап, отв			
-14	3,5	103001	3,5	000001	1,7	000000	50
13	3,5	103001	3,5	000001	1,2	000000	40
12	7,5	103001	7,5	000001	2,3	000000	40
11	2,5	103001	2,5	000001	1,4	000000	40
10	3,5	103001	3,5	000001	5,1	000000	40
9	3,2	103001	3,2	000001	2	000000	32
8	4	103001	4	000001	0,7	000000	32
7	3,2	103001	3,2	000001	2,6	000000	32
6	7,5	103001	7,5	000001	1,2	000000	32
5	4	103001	4	000001	0,5	000000	32
4	2,5	103001	2,5	000001	3,5	000000	25
3	3,5	103001	3,5	000001	4,4	000000	25
2	3,5	103001	3,5	000001	1,1	000000	25
1	3,5	103001	3,5	000001	1,3	000000	25

Рисунок 9.3 – Характеристика ветки № 14

Ну и в конце необходимо определить магистрали в расчетной системе и примыкающие к ним ветки. Задаемся предварительным диаметром магистрали.

Номера исходных участков			Номер сборного участка	Длина магистрали	Число отводов	Диаметр
Левый	Центральный	Правый				
0	101	102	100	20	0	100
14	0	15	101	20	0	50
39	0	40	102	20	0	50

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Рисунок 9.4 – Магистрالی системы отопления №1

После внесения всех данных системы отопления производится гидравлический расчет системы.

Результаты расчета приведены в приложении Б.

9.2 Гидравлический расчет системы отопления встроенных помещений CO2.

Система отопления CO2 запроектирована горизонтальная, тупиковая, однотрубная с нижней разводкой подающей и обратной магистрالی. Теплоносителем является вода из городских тепловых сетей с температурным графиком 105/70 °С. Все приборные узлы однотипные.

Расчет аналогичен гидравлическому расчету для жилых помещений.

Вносим общие данные для последующего расчета.

Общие данные

Тип системы: *Однотрубная*
Расчётное барометрическое давление гПа: **1013**
Потери напора в системе (предварительные) Па: **20000**
Температура теплоносителя в подающем трубопроводе °С: **105**
Температура теплоносителя в обратном трубопроводе °С: **70**
Площадь здания м2: **100**
Скорость теплоносителя Максимальная м./сек.: **2,00**
Располагаемый перепад давления на вводе в здания кПа: **0,0**
Элеватор **Нет**
Для стояков: *Трубы стальные водогазопроводные обыкновен*
Для магистралей: *Трубы стальные водогазопроводные обыкновен*
Поставщик термостатов:
Терморегулирующие вентили:
Доля на термостат: **0,000**
Предельный диаметр стояков: **нет**
Процент этиленгликоля: **00**
Запас 10% на длину труб: **Нет**
Учёт теплоотдачи труб: **Нет**
Установка шайб на магистральных веток: **Нет**
Система с опрокинутой циркуляцией: **Нет**
Стояк *из труб одного сечения.*
Расчёт с переменным перепадом: **Нет**
Движение воды в стояках:
Движение воды в приборах:

Рисунок 9.5 – Общие данные системы отопления встроенных помещений

Далее аналогично вносятся данные стояков, веток и магистралей системы отопления. После чего производится расчет. Пример расчета приведены на рисунках 9.6, 9.7.

№ стояка	Узлы присоединения стояка				Магистрالی к стояку		
	Подающий трубопровод		Обратный трубопровод		Длина	Армат, клап, отв	Диаметр
	Длина	Армат, клап, отв	Длина	Армат, клап, отв			
-7	1,7	103001	1,7	000001	1,5	000000	20
6	1,7	103001	1,7	000001	3,0	000000	20
5	1,7	103001	1,7	000001	3,7	000000	20
4	1,7	103001	1,7	000001	14,5	000000	20
3	1,7	103001	1,7	000001	5,0	000000	20
2	1,7	103001	1,7	000001	2,0	000000	20
1	1,7	103001	1,7	000001	2,7	000000	20

Рисунок 9.6 – Характеристика ветки № 7 встроенных помещений

Номера исходных участков			Номер сборного участка	Длина магистрالی	Число отводов	Диаметр
Левый	Центральный	Правый				
0	101	102	100	20	0	25
7	0	8	101	20	0	20
19	0	20	102	20	0	20

Рисунок 9.7 – Характеристика магистралей системы отопления встроенных помещений

Результаты гидравлического расчета встроенных помещений приведены в приложении Б.

10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИТП

Автоматизация подразумевает применение комплекса средств, позволяющих осуществлять технологические процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. Совокупность технических средств автоматизации (ТСА), выполняющих определенную целевую задачу без участия человека, представляет автоматическую систему.

Целью автоматизации является:

- изменение и поддержание комфортной температуры в здании, обеспечение оптимальных тепловых и гидравлических режимов работы системы отопления,
- поддержание требуемой температуры горячей воды в системе горячего водоснабжения,
- защита технологического оборудования и возможность контроля и управления с диспетчерского пункта.

10.1 Характеристика объекта регулирования.

В данном проекте выполняется автоматизация индивидуального теплового пункта жилого здания со встроенными помещениями.

Проектирование осуществляется в соответствии с рекомендациями пособия «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования» А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов [17].

Разработана схема автоматизации и контроля индивидуальных тепловых пунктов жилой части – ИТП 1 и встроенных помещений – ИТП 2. Также подобраны измерительные и регистрирующие приборы (температуры и давления) и автоматические регуляторы с исполнительными механизмами и регулирующими клапанами.

Оба ИТП располагаются в техническом подполье здания на отметке -3.300 в осях 5 - 7/Б - Д.

Присоединение системы к тепловым сетям осуществляется по зависимой схеме. Это упрощает конструкцию теплового пункта и позволяет уменьшить эксплуатационные расходы. Подача теплоносителя к ИТП 2, обслуживающего встроенные помещения, осуществляется из отведенных трубопроводов ИТП жилой части после узла согласования давлений.

Система горячего водоснабжения подключается по двухступенчатой смешанной схеме с использованием в I ступени тепла обратной сетевой воды. Подогреватели соединены параллельно.

									Лист.
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

10.2 Технологическая схема и управление ИТП.

В состав индивидуально теплового пункта входят следующие узлы:

I — узел ввода тепловой сети;

II — узел учета теплотребления;

III — узел согласования давлений;

V — узел присоединения системы ГВС;

VI — узел присоединения систем отопления;

Рассмотрим каждый узел отдельно.

I. Узел ввода тепловой сети.

На вводах в тепловые пункты должна предусматриваться стальная запорная арматура. Также на подающем трубопроводе размещают грязевик и фильтр для защиты от загрязнений, образующихся в системе отопления – ржавчины и т. п. Для контроля за давлением на входе и выходе из ИТП устанавливаются манометры и термометры.

II. Узел учета тепловой энергии.

Данный узел необходим для коммерческого учета количества потребляемой тепловой энергии. С помощью него можно контролировать за расходом теплоносителя, а также выявлять утечки в системе. Для этого узел учета оснащен:

- тепловычислителем "Карат-306-02;
- преобразователи температуры «КТПТР-01»;
- преобразователи давления «СДВ – И»;
- расходомеры «Карат – 5512».

Устройства установлены на подающем и обратном трубопроводах, а сам тепловычислитель располагается на щите. На основе показаний расходомеров и термопреобразователей тепловычислитель рассчитывает величину фактического теплотребления.

III. Узел согласования давлений.

Узел согласования давлений предназначен для обеспечения работы всех

									Лист.
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

элементов теплового пункта, систем теплоснабжения, а также тепловых сетей в стабильном и безаварийном гидравлическом режиме. Оборудование узла выполняет следующие функции:

- поддержание постоянных перепадов давления теплоносителя на исполнительных механизмах регулирующих устройств систем

теплоснабжения;

- обеспечение давления теплоносителя в трубопроводах в пределах, допустимых для элементов систем и самого теплового пункта;
- заполнение системы и защита от опорожнений;
- обеспечение необходимого расхода теплоносителя;
- осуществление автоматической гидравлической балансировки тепловых сетей.

Данный узел включает в себя два устройства:

- регулятор давления «после себя» на подающем трубопроводе;
- автоматический балансировочный клапан на обратном трубопроводе.

Регулятор давления «после себя» «ВРПД» предназначен для защиты оборудования теплового пункта и системы отопления от повышенного давления тепловой сети. Он регулирует давление в точке, расположенной за клапаном, путем перекрытия потока среды для обеспечения заданного значения давления. Отбор среды в точке регулирования осуществляется с помощью импульсной трубки. Автоматический балансировочный клапан «ASV – PV» позволяет автоматически поддерживать заданное давление теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе. Положительное давление (от подающего трубопровода) передается по импульсной трубке, присоединенной к штуцеру в пространство над мембраной. Отрицательное давление передается в пространство под мембраной от входного патрубка клапана (от обратного трубопровода системы).

IV. Присоединение системы отопления.

В данном проекте предусмотрено погодозависимое регулирование параметров теплоносителя, которое позволяет производить корректировку температурного графика в зависимости от температуры наружного воздуха и прекращение подачи тепловой энергии при ее повышении выше установленного значения.

Автоматизация теплового пункта основана на применении электронного регулятора температуры серии ECL фирмы «Danfoss» - специализированные регуляторы, предназначенные для поддержания температуры теплоносителя в

									Лист.
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

системах отопления пропорционально текущей температуре наружного воздуха и заданной температуре горячей воды в системе ГВС.

Для ИТП системы отопления жилой части подобран контроллер ECL 210 с ключом A266, который регулирует два контура: систему отопления и ГВС. А регулирование ИТП встроенной части осуществляет электронный контроллер ECL 110 с ключом A130.

В зависимости от температуры наружного воздуха (сигнал поступает с датчика температуры TE, установленного на наружной стене), регулирующий прибор обеспечивает необходимую температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, в соответствии с отопительным графиком. Регулирующий клапан постепенно открывается, если температура подачи оказывается ниже требуемой температуры подачи и наоборот.

Поддержание температуры подачи ГВС обеспечивается на заданном уровне регулирующим клапаном с электроприводом, получающим сигнал от датчика температуры TE, установленного на подающей линии в систему ГВС.

Оснащение тепловых пунктов подобными регуляторами местного управления на определенном этапе развития систем централизованного теплоснабжения позволяет легко, быстро и дешево автоматизировать процессы теплоснабжения и при этом значительно снизить затраты потребителей на тепловую энергию.

Перечень оборудования и схемы приведены в приложении В.

									Лист.
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте рассматривалась реконструкция системы отопления 9-этажного жилого здания со встроенными помещениями в г. Челябинск.

Были предложены конструктивные решения по проектированию систем отопления отдельно для жилой части и для встроенных помещений. А также при проектировании были соблюдены все необходимые требования: санитарно-гигиенические, архитектурно-строительные и эксплуатационные.

В ходе работы были выполнены следующие расчеты: определение теплотерь жилой части и встроенных помещений здания, подбор и тепловой расчет отопительных приборов, гидравлический расчет двух систем отопления, подбор основного оборудования для индивидуального теплового пункта.

В разделе «Автоматизация» разработана функциональная схема индивидуального теплового пункта для жилой части и встроенных помещений здания. Принята схема с зависимым подключением к тепловым сетям.

Разработанная в данной работе автоматизация системы позволяет управлять параметрами теплоснабжения в зависимости от наружного воздуха не только автоматически, но и с помощью и ручного управления. Это позволяет избежать сбоя системы в случае поломки контроллера.

Выпускная работа выполнена с учетом всех нормативных требований и может быть использована для организации отопления помещений рассматриваемого здания.

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил: СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Москва, 2012. – 133 с.
2. Свод правил: СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва, 2012. – 131 с.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 23 с.
4. СНиП 2.08.02-89* Общественные здания и сооружения (с Изменениями N 1-5).
5. Свод правил: СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Москва, 2012. – 129 с.
6. ГОСТ 25129-82. Грунтовка ГФ-021. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). - М.: Стандартиформ, 2006. – 6 с.
7. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Разработан и внесен Министерством черной металлургии СССР, 1977. – 21 с.
8. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент. – М.: Стандартиформ, 2007. – 18 с.
9. Технический каталог стальных панельных радиаторов "Purmo" – М.: ЗАО "Реттиг Варме Рус" – 2018. – 28 с.: ил.
10. Паспорт и инструкция по эксплуатации конвекторов отопительных стальных настенных «Комфорт –20 М» Новокузнецк, - АО «Универсал», 2011. – 2с.
11. Свод правил: СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Москва, 2016. – 232 с.
12. Регулирующие клапаны и электрические приводы. – Москва, ООО «Данфосс», 2016. – 323 с.
13. Регуляторы температуры и давления. Каталог – Москва, ООО «Данфосс», 2010. –114 с.
14. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. – Часть 1: Отопление – Москва: Стройиздат, 1990. – 343 с.
15. Свод правил: СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – Москва, 1997. – 187 с.
16. ГОСТ 21.404-85 СПДС «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» – Стандартиформ, 2007;

										Лист.
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР					

17. А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования»;

18. ГОСТ 21.602-2003 «Правила оформления рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования»;

19. СТО ЮУрГУ 04-2008 «Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению»;

20. СТО НП АВОК 1.05-2006 «Условные графические обозначения в проектах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоснабжения».

					13.03.01.2019.103.96 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45