

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-Строительный институт
Кафедра Инженерные системы зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2023 г.

Выпускная квалификационная работа

Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в

г. Красноярске с применением ТИМ

08.03.01 «Строительство»

| | | | |
|----------------|---------------|------------------|----------------|
| Руководитель | _____ | доцент, к. т. н. | Панфилов В. И. |
| | подпись, дата | | |
| Выпускник | _____ | | Рушаков Д. С. |
| | подпись, дата | | |
| Нормоконтролер | _____ | доцент, к. т. н. | Панфилов В. И. |
| | подпись, дата | | |

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ» содержит 78 страниц текстового документа, 12 иллюстраций, 12 таблиц, 2 приложения, 27 использованных источников, 5 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЧИЛЛЕР, ФАНКОЙЛ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.

Объект проектирования - гостинично-апартаментный комплекс класса "А+"

Цель работы: обеспечить оптимальные параметры микроклимата помещениях гостиница, согласно нормативным документам.

Для достижения поставленной цели был выполнен ряд технических задач:

- а) расчет теплотерь через ограждающие конструкции;
- б) расчет систем отопления;
- в) расчет системы вентиляции;
- г) расчет системы кондиционирования.

В результате решения поставленных задач, была спроектирована система отопления, а также приточно-вытяжная система вентиляции, работающая совместно с системой кондиционирования.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 Исходные данные | 5 |
| 2 Отопление | 6 |
| 2.1 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции..... | 6 |
| 2.2 Тепловой баланс помещений | 21 |
| 2.3 Тепловой расчёт отопительных приборов | 31 |
| 2.4 Гидравлический расчет..... | 46 |
| 3 Технология монтажа панельного радиатора | 49 |
| 4 Вентиляция | 50 |
| 4.1 Общие данные..... | 50 |
| 4.3 Подбор диффузоров..... | 51 |
| 4.4 Аэродинамический расчет механической вентиляции | 53 |
| 4.5 Аэродинамический расчет естественной вентиляции | 56 |
| 4.6 Подбор основного оборудования | 58 |
| 4.7 Противодымная защита коридоров..... | 61 |
| 4.8 Противодымная защита лифтовых шахт и лестничных клеток | 65 |
| 5 Технология на монтаж внутренних систем вентиляции | 68 |
| 5.1 Монтаж воздуховодов..... | 68 |
| 5.2 Монтаж вентиляторов | 68 |
| 5.3 Монтаж оборудования холодоснабжения | 69 |
| Заключение | 70 |
| Список использованных источников..... | 72 |
| Приложение 1 | 74 |
| Приложение 2 | 77 |

ВВЕДЕНИЕ

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВиК) требуют особого внимания при проектировании зданий. Создание микроклимата зданий было и есть актуальной задачей при проектировании сооружаемого объекта строительства, так как именно от состояния внешней среды зависит состояние здоровья, поведение, работоспособность человека.

Основной задачей систем ОВиК является обеспечение комфортных условий труда с целью сохранения здоровья людей. Успешное решение санитарно-технических задач может быть достигнуто за счет эффективной работы проектируемых систем. Эффективность систем ОВиК, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно проведенных расчетов, но и от их качественного монтажа, наладки и эксплуатации.

Большое внимание при проектировании инженерных систем должно уделяться охране окружающей среды, а именно защите воздуха от вредных выбросов, защите почвы и воды, снижению потребления энергии инженерными системами, повышению их эффективности.

1 Исходные данные

Объектом проектирования является секция в осях гостинично-апартаментный комплекса. Месторасположение – на берегу реки Енисей вблизи слияния реки Качи, в самом центре города Красноярска.

Категория – 5 звезд;

Площадь застройки – 633,4 м²;

Количество этажей – 14 эт;

Строительный объем – 31 353.3 м³;

Расчётная температура наружного воздуха в холодный период: - 37°С

Расчетная температура наружного в теплый период: +25.1 °С (в соответствии с заданием на проектирование кондиционирования воздуха расчетная температура принята +30°С)

Отопительный период: 234 сут.

Температурный параметр теплосетей:

в зимний период: 150/70°С

в летний период; 70/40°С

2 Отопление

2.1 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции

Расход тепла (тепловая нагрузка) на нужды отопления Q_{op} наиболее неблагоприятных условий определяют по формуле:

$$Q_{po} = \Sigma(Q_{тр} + Q_{вент} + Q_{инф} + Q_{мгс} - Q_{быт}), \quad (1)$$

где $Q_{тр}$ - трансмиссионные тепловые потери, необходимые для компенсации теплопередачи через ограждающие конструкции помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.2 Вт;

$Q_{вент}$ - расход тепла, необходимый для нагревания требуемого количества приточного воздуха для помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.3, Вт;

$Q_{инф}$ - инфильтрационные тепловые потери, образуемые из-за свойств воздухопроницаемости ограждающих конструкций n-го помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.5, Вт;

$Q_{мгс}$ - расход тепла для нагревания материалов, оборудования и транспортных средств, вносимых в n-ое помещении здания, определяемый в соответствии с [2] А.6, Вт;

$Q_{быт}$ - бытовые тепловые поступления n-го помещения здания, характерные для расчетного режима (для наиболее неблагоприятных условий), Вт.

Трансмиссионные тепловые потери помещения $Q_{тр}$ определены по формуле:

$$Q_{тр} = (t_{в} - t_{н}) \cdot \Sigma(n_t \cdot A \cdot K), \quad (2)$$

где $t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха помещения, определяемая в соответствии с гл.5 [1] °С;

$t_{н}$ - расчетная температура наружного воздуха, определяемая в соответствии с [3], °С;

K - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции, Вт/(м²°С), определяемый по формуле

$$K = \frac{1}{R_0^{тр}}, \quad (3)$$

где R_0^{TP} - приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания рассматриваемого помещения, определяемое в соответствии с прил. Е [4], $(\text{м}^2\cdot\text{°C})/\text{Вт}$;

A - площадь i -й ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции ограждения рассматриваемого помещения, м^2 ;

n_t - коэффициент, учитывающий температуру пространства, расположенного за рассматриваемой ограждающей конструкцией;

Расчет коэффициентов теплопередачи через ограждающие конструкции принимаем по [2]

Градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C}\cdot\text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{от}, \quad (4)$$

где, $t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, $\text{сут}/\text{год}$, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C .

t_b - расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C .

$$\text{ГСОП} = (18 - (-6,6)) \cdot 234 = 6415,8 \text{°C}\cdot\text{сут}$$

Далее рассчитываем по формуле:

$$R_{отр} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (5)$$

где коэффициенты a и b принимаем согласно таблице 3 [4].

Для несущей стены (НС)

$$R_0^{TP} = 0,00035 \cdot 6415,8 + 1,4 = 3,65 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$$

$$K_{нс} = \frac{1}{3,65} = 0,27 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C)}$$

Перекрытия

$$K_{пл/пт} = 0,20 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для перекрытия}$$

$$K_{вс} = 0,27 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для наружных стен}$$

$$K_{ок} = 1,42 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для окон}$$

Расчет основных потерь через ограждающие конструкции сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет теплопотерь

| Номер помещения | t _в | Характеристика ограждения | | | | | n | (t _в -t _н)n | K, В/(м ² ×С) | Добавочные потери теплоты | | | Q ₀ , Вт |
|-----------------|----------------|---------------------------|------------|----------|----------|------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------|-------|------------------------|
| | | назв. | ориент. | ширина,м | высота,м | площадь,м ² | | | | на ориентацию | прочие | η | |
| 201 | 18 | НС | Юго-восток | 2,825 | 4,8 | 13,56 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 0,74 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | | | 9,00 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |
| 202 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 4,8 | 13,30 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 220 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 10,59 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |
| 203 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 4,8 | 13,30 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 220 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 10,59 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |
| 204 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 4,8 | 13,82 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 9,17 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|------------|-------|-----|-------|---|----|------|------|-----|-------|-----|
| 205 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 4,8 | 13,82 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 9,17 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |
| 206 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 4,8 | 13,30 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 220 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 10,59 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |
| 207 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 4,8 | 13,82 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 9,17 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |
| 208 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 4,8 | 13,30 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 220 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 10,59 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |
| 209 | 18 | НС | Юго-восток | 2,727 | 4,8 | 13,09 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 220 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | | | 10,43 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|---------------|-------|-----|-------|---|----|------|------|------|-------|------|
| 210 | 18 | НС | Юго-восток | 2,598 | 4,8 | 12,47 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 210 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | | | 8,26 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 90 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 600 |
| 211 | 18 | НС | Юго-восток | 2,825 | 4,8 | 13,56 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | | | 9,36 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |
| 212 | 18 | НС | Юго-восток | 1,3 | 4,8 | 6,24 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 110 |
| | 18 | НС | Северо-восток | 6,25 | 4,8 | 30,00 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 510 |
| | 18 | ОК | Восток | 2,8 | 3,2 | 8,96 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 420 |
| | 22 | ПЛ | - | - | - | 18,41 | 1 | 59 | 0,20 | - | - | 1 | 220 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 1260 |
| 213 | 18 | НС | Северо-восток | 2,9 | 4,8 | 13,92 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 240 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 7,87 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 90 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 630 |
| 214 | 18 | НС | Северо-восток | 2,9 | 4,8 | 13,92 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 240 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 7,02 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 80 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 620 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|---------------|------|-----|-------|---|----|------|-----|------|-------|------|
| 215 | 18 | НС | Северо-восток | 6,25 | 4,8 | 30,00 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 510 |
| | 18 | НС | Северо-запад | 1,3 | 4,8 | 6,24 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 110 |
| | 18 | ОК | Север | 2,8 | 3,2 | 8,96 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 420 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 14,22 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 160 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 1200 |
| 216 | 18 | НС | Северо-запад | 2,8 | 4,8 | 13,44 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 9,64 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 640 |
| 217 | 18 | НС | Северо-запад | 2,85 | 4,8 | 13,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 10,87 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 650 |
| 218 | 18 | НС | Северо-запад | 3 | 4,8 | 14,40 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 240 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 14,22 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 160 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 700 |
| 219 | 18 | НС | Северо-запад | 3,1 | 4,8 | 14,88 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 250 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 12,26 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 140 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 690 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|--------------|------|------|-------|---|----|------|------|------|-------|------|
| 220 | 18 | НС | Северо-запад | 5,64 | 4,8 | 27,07 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 460 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 2 | 3,2 | 6,40 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ПЛ | - | - | - | 21,75 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 240 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 1300 |
| 301-1201 | 18 | НС | Юго-восток | 3 | 3,6 | 10,80 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |
| 302-1202 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 3,6 | 9,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 303-1203 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 3,6 | 9,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 304-1204 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |
| 305-1205 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |
| 306-1206 | 18 | НС | Юго-восток | 3 | 3,6 | 10,80 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|---------------|-------|------|-------|---|----|------|------|------|-------|-----|
| 307-1207 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |
| 308-1208 | 18 | НС | Юго-восток | 2,75 | 3,6 | 9,90 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 309-1209 | 18 | НС | Юго-восток | 2,5 | 3,6 | 9,00 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 150 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 270 |
| 310-1210 | 18 | НС | Юго-восток | 2,73 | 3,6 | 9,83 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 311-1211 | 18 | НС | Юго-восток | 2,825 | 3,6 | 10,17 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 312-1212 | 18 | НС | Юго-восток | 1,3 | 3,6 | 4,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 80 |
| | 18 | НС | Северо-восток | 5,35 | 4,8 | 25,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 430 |
| | 18 | ОК | Восток | 2,8 | 1,76 | 4,93 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 740 |
| 313-1213 | 18 | НС | Северо-восток | 2,9 | 3,6 | 10,44 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 300 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|---------------|------|------|-------|---|----|------|-----|------|-------|-----|
| 314-1214 | 18 | НС | Северо-восток | 3,1 | 3,6 | 11,16 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 190 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 310 |
| 315-1215 | 18 | НС | Северо-восток | 6 | 3,6 | 21,60 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 370 |
| | 18 | НС | Северо-запад | 1,3 | 3,6 | 4,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 80 |
| | 18 | ОК | Север | 2,8 | 1,76 | 4,93 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 680 |
| 316-1216 | 18 | НС | Северо-запад | 2,8 | 3,6 | 10,08 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 290 |
| 317-1217 | 18 | НС | Северо-запад | 2,62 | 3,6 | 9,43 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 160 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 280 |
| 318-1218 | 18 | НС | Северо-запад | 3,22 | 3,6 | 11,59 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 200 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 320 |
| 319-1219 | 18 | НС | Северо-запад | 3,88 | 3,6 | 13,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 240 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 360 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|--------------|------|------|-------|---|----|------|------|------|------|-----|
| 320-1220 | 18 | НС | Северо-запад | 4,9 | 3,6 | 17,64 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | 540 |
| 1301 | 18 | НС | Юго-восток | 3 | 3,6 | 10,80 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | | | 12,47 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 140 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | 440 |
| 1302 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 3,6 | 9,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,62 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | 410 |
| 1303 | 18 | НС | Юго-восток | 2,77 | 3,6 | 9,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,64 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | 410 |
| 1304 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 12,18 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 140 |
| Итого | | | | | | | | | | | | | 440 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|------------|------|------|-------|---|----|------|------|-----|-------|-----|
| 1305 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 12,66 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 140 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 440 |
| 1306 | 18 | НС | Юго-восток | 3 | 3,6 | 10,80 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,64 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 420 |
| 1307 | 18 | НС | Юго-восток | 2,88 | 3,6 | 10,37 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 12,63 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 140 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 440 |
| 1308 | 18 | НС | Юго-восток | 2,75 | 3,6 | 9,90 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,64 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 410 |
| 1309 | 18 | НС | Юго-восток | 2,5 | 3,6 | 9,00 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 150 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 9,86 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 380 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|---------------|-------|------|-------|---|----|------|------|------|-------|-----|
| 1310 | 18 | НС | Юго-восток | 2,73 | 3,6 | 9,83 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,82 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 410 |
| 1311 | 18 | НС | Юго-восток | 2,825 | 3,6 | 10,17 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Юго-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 9,66 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 400 |
| 1312 | 18 | НС | Юго-восток | 1,3 | 3,6 | 4,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,05 | 0,1 | 1,15 | 80 |
| | 18 | НС | Северо-восток | 5,35 | 4,8 | 25,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 430 |
| | 18 | ОК | Восток | 2,8 | 1,76 | 4,93 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 22 | ПТ | - | - | - | 18,52 | 1 | 59 | 0,20 | - | - | 1 | 220 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 960 |
| 1313 | 18 | НС | Северо-восток | 2,9 | 3,6 | 10,44 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 180 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 7,92 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 90 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 390 |
| 1314 | 18 | НС | Северо-восток | 3,1 | 3,6 | 11,16 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 190 |
| | 18 | ОК | Северо-восток | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 8,65 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 100 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 410 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|---------------|------|------|-------|---|----|------|-----|------|-------|-----|
| 1315 | 18 | НС | Северо-восток | 6 | 3,6 | 21,60 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 370 |
| | 18 | НС | Северо-запад | 1,3 | 3,6 | 4,68 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 80 |
| | 18 | ОК | Север | 2,8 | 1,76 | 4,93 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 17,79 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 200 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 880 |
| 1316 | 18 | НС | Северо-запад | 2,8 | 3,6 | 10,08 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 170 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 9,66 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 400 |
| 1317 | 18 | НС | Северо-запад | 2,62 | 3,6 | 9,43 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 160 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 10,14 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 390 |
| 1318 | 18 | НС | Северо-запад | 3,22 | 3,6 | 11,59 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 200 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 15,38 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 170 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 490 |
| 1319 | 18 | НС | Северо-запад | 3,88 | 3,6 | 13,97 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 240 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 22,48 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 250 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 610 |

Продолжение таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|--------------|------|------|--------|---|----|------|-----|------|-------|------|
| 1320 | 18 | НС | Северо-запад | 4,9 | 3,6 | 17,64 | 1 | 55 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 300 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 55 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 18 | ПТ | - | - | - | 18,77 | 1 | 55 | 0,20 | - | - | 1 | 210 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 750 |
| ЛК1 | 16 | НС | Северо-запад | 2,6 | 49,2 | 127,92 | 1 | 53 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 2080 |
| | 16 | ОК | Северо-запад | 1,32 | 0,6 | 0,79 | 1 | 53 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 40 |
| | 16 | ПТ | - | - | - | 18,20 | 1 | 53 | 0,20 | - | - | 1 | 200 |
| | 16 | ПЛ | - | - | - | 18,20 | 1 | 53 | 0,20 | - | - | 1 | 200 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 2520 |
| ЛК2 | 16 | НС | Северо-запад | 2,5 | 49,2 | 123,00 | 1 | 53 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 2000 |
| | 16 | ОК | Северо-запад | 1,32 | 0,6 | 0,79 | 1 | 53 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 40 |
| | 16 | ПЛ | - | - | - | 17,50 | 1 | 53 | 0,20 | - | - | 1 | 190 |
| | 16 | ПТ | - | - | - | 17,50 | 1 | 53 | 0,20 | - | - | 1 | 200 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 2430 |
| 221 | 16 | НС | Северо-запад | 2,9 | 4,8 | 13,92 | 1 | 53 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 16 | ОК | Северо-запад | 2,8 | 3,2 | 8,96 | 1 | 53 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 400 |
| | 16 | ПЛ | - | - | - | 20,48 | 1 | 53 | 0,20 | - | - | 1 | 220 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 850 |
| 321-1221 | 16 | НС | Северо-запад | 2,9 | 4,8 | 13,92 | 1 | 53 | 0,27 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 16 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 53 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 350 |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|--------------|------|------|-------|---|----|----------|-----|------|-------|-----|
| 1321 | 16 | НС | Северо-запад | 2,9 | 4,8 | 13,92 | 1 | 53 | 0,267212 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 230 |
| | 16 | ОК | Северо-запад | 1,47 | 1,76 | 2,59 | 1 | 53 | 1,15 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 120 |
| | 16 | ПТ | - | - | - | 20,48 | 1 | 53 | 0,2036 | - | - | 1 | 220 |
| | | | | | | | | | | | | Итого | 570 |

Суммарная нагрузка теплопотерь через ограждающие конструкции равна 102280 Вт

2.2 Тепловой баланс помещений

Цель расчёта: определение потерь тепловой мощности в помещениях, в которых необходимо запроектировать отопительные приборы.

При составлении теплового баланса помещений, определяющего тепловую нагрузку Q_P^{OT} , Вт, на систему отопления, учитываем:

теплопотери через наружные ограждения здания Q_O , Вт;

теплопотери на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{И}$, Вт;

теплопотери на нагревание воздуха, поступающего в помещения через окна в размере санитарной нормы вентиляции (3 м³/ч на 1 м² пола) Q_B , Вт;

бытовые тепловыделения $Q_{Б}$, Вт.

Порядок расчёта:

Определяем количество тепла, идущее на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{И}$, Вт, по формуле:

$$Q_{И} = 0,28 \cdot A_{OK} \cdot G_{OK} \cdot F_{OK} \cdot (t_B - t_H), \quad (6)$$

где A_{OK} – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях; значение 0,9;

F_{OK} – площадь проёма (окон и балконных дверей), 2,1 м²;

t_B – расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчёта ограждающих конструкций жилых зданий по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих помещений; значение принято 22;

t_H – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» (-37);

G_{OK} – количество воздуха, поступающее в помещение путём инфильтрации, кг/м³ · ч, определяемое по формуле:

$$G_{OK} = \frac{(0,1 \cdot \Delta P)^{2/3}}{R_{И}} \quad (7)$$

где $R_{И}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, м² · ч/кг, принимается по паспортным данным на окно или по справочным таблицам (10);

ΔP – разность давлений воздуха у наружной и внутренней поверхности окна, Па, определяемое по формуле:

$$\Delta P = 9,81 \cdot (H - h_{VP.3}^{OK}) \cdot (\rho_H - \rho_B) + 0,5 \cdot \rho_H \cdot v^2 \cdot (c_H - c_3) \cdot K_V - P_B, \quad (8)$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха вентиляционной шахты, 15 м;

$h_{VP.3}^{OK}$ – высота от поверхности земли до центра окна рассматриваемого этажа, м;

ρ_H – плотность наружного воздуха, кг/м³, определяемая по формуле:

$$\rho_H = \frac{353}{273+t_H} = 1,5; \quad (9)$$

ρ_B – плотность внутреннего воздуха, кг/м³, определяемая по формуле:

$$\rho_B = \frac{353}{273+t_B}; \quad (10)$$

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, принимаемая по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»; значение представлено в таблице 2 (4,1);

c_H, c_3 – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренного и заветренного фасада здания, средние величины аэродинамических коэффициентов составляют $c_H = 0,8$, $c_3 = -0,6$;

K_V – коэффициент, который учитывает зависимость скоростного напора ветра от высоты здания;

P_B – располагаемое давление воздуха с внутренней стороны окна, Па, определяемое по формуле:

$$P_B = 9,81 \cdot h_{III}^{OK} \cdot (\rho_{+5^\circ C} - \rho_B) \quad (11)$$

где h_{III}^{OK} – высота от центра окна рассматриваемого этажа до устья вытяжной шахты, м;

$\rho_{-37^\circ C}$ – плотность наружного воздуха при температуре $-37^\circ C$, равная:

$$\rho_{+5^\circ C} = \frac{353}{273+(-37)} = 1,49 \text{ кг/м}^3$$

ρ_B – то же, что и в формуле (9).

Определяем расход теплоты на нагревание вентиляционного воздуха Q_B , Вт, для зданий с предоставлением социальной нормы общей площади на человека не более 20 м² по формуле:

$$Q_B = 0,84 \cdot F_{ПЛ} \cdot (t_B - t_H) \cdot \rho_B, \quad (12)$$

где $F_{ПЛ}$ – площадь пола жилой комнаты, м²;

t_B, t_H – то же, что и в формуле (6);

ρ_B – то же, что и в формуле (9).

Определили внутренние теплопоступления (бытовые тепловыделения) Q_B , Вт, по формуле:

$$Q_B = q_B \cdot F_{ПЛ}, \quad (13)$$

где q_B – удельные бытовые тепловыделения на 1 м² площади помещений, Вт/м², с расчётной заселённостью номера от 20 до 45 м² общей площади на человека удельные бытовые тепловыделения интерполируются;

$F_{ПЛ}$ – то же, что и в формуле (12).

Величина удельных бытовых тепловыделений на 1 м² площади помещений q_B , Вт/м², принимаем для жилых зданий:

- предназначенных гражданам с учётом социальной нормы (с расчётной заселённостью номера не более 20 м² общей площади на человека $q_B = 17$ Вт/м²;
- без ограничения социальной нормы (с расчётной заселённостью квартиры не менее 45 м² общей площади на человека) $q_B = 10$ Вт/м².

После определения всех недостатков тепла и теплопоступлений, определяем тепловую мощность системы отопления Q_R^{OT} , Вт, которая будет компенсировать недостатки тепла в помещении:

$$Q_R^{OT} = \sum Q_{ПОТ} - \sum Q_{ПОСТ}, \quad (14)$$

где $\sum Q_{ПОТ}$ – суммарные тепловые потери помещением, Вт;

$\sum Q_{ПОСТ}$ – суммарные теплопоступления в помещение, Вт.

В зависимости от типа помещения расчёт производим по следующим формулам:

Для жилых комнат:

$$Q_R^{OT} = Q_O + Q_{(И,В)} - Q_B \quad (15)$$

где $Q_{(И,В)}$ – больший из расходов тепла Q_I , Вт, или Q_B , Вт.

Для кухонь:

$$Q_R^{OT} = Q_O + Q_I - Q_B, \quad (16)$$

Для лестничных клеток:

$$Q_P^{OT} = Q_O + Q_{II} \quad (17)$$

Таблица 2 – Тепловой баланс помещений

| Номер помещения | Q_O , Вт | Q_{II} , Вт | Q_B , Вт | $Q_{Б}$, Вт | Тепловая нагрузка, Q_P^{OT} , Вт |
|-----------------|------------|---------------|------------|--------------|------------------------------------|
| 201 | 630 | 730 | 530 | 150 | 1210 |
| 301 | 300 | 380 | 740 | 210 | 830 |
| 401 | 300 | 440 | 740 | 210 | 830 |
| 501 | 300 | 490 | 740 | 210 | 830 |
| 601 | 300 | 550 | 740 | 210 | 830 |
| 701 | 300 | 590 | 740 | 210 | 830 |
| 801 | 300 | 640 | 740 | 210 | 830 |
| 901 | 300 | 680 | 740 | 210 | 830 |
| 1001 | 300 | 730 | 740 | 210 | 830 |
| 1101 | 300 | 770 | 740 | 210 | 860 |
| 1201 | 300 | 810 | 740 | 210 | 900 |
| 1301 | 440 | 850 | 740 | 210 | 1080 |
| 202 | 640 | 730 | 630 | 180 | 1190 |
| 302 | 290 | 380 | 630 | 180 | 740 |
| 402 | 290 | 440 | 630 | 180 | 740 |
| 502 | 290 | 490 | 630 | 180 | 740 |
| 602 | 290 | 550 | 630 | 180 | 740 |
| 702 | 290 | 590 | 630 | 180 | 740 |
| 802 | 290 | 640 | 630 | 180 | 750 |
| 902 | 290 | 680 | 630 | 180 | 790 |
| 1002 | 290 | 730 | 630 | 180 | 840 |
| 1102 | 290 | 770 | 630 | 180 | 880 |
| 1202 | 290 | 810 | 630 | 180 | 920 |
| 1302 | 410 | 850 | 630 | 180 | 1080 |
| 203 | 640 | 730 | 630 | 180 | 1190 |
| 303 | 290 | 380 | 630 | 180 | 740 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 403 | 290 | 440 | 630 | 180 | 740 |
| 503 | 290 | 490 | 630 | 180 | 740 |

| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 603 | 290 | 550 | 630 | 180 | 740 |
| 703 | 290 | 590 | 630 | 180 | 740 |
| 803 | 290 | 640 | 630 | 180 | 750 |
| 903 | 290 | 680 | 630 | 180 | 790 |
| 1003 | 290 | 730 | 630 | 180 | 840 |
| 1103 | 290 | 770 | 630 | 180 | 880 |
| 1203 | 290 | 810 | 630 | 180 | 920 |
| 1303 | 410 | 850 | 630 | 180 | 1080 |
| 204 | 630 | 730 | 540 | 160 | 1200 |
| 304 | 300 | 380 | 720 | 210 | 810 |
| 404 | 300 | 440 | 720 | 210 | 810 |
| 504 | 300 | 490 | 720 | 210 | 810 |
| 604 | 300 | 550 | 720 | 210 | 810 |
| 704 | 300 | 590 | 720 | 210 | 810 |
| 804 | 300 | 640 | 720 | 210 | 810 |
| 904 | 300 | 680 | 720 | 210 | 810 |
| 1004 | 300 | 730 | 720 | 210 | 820 |
| 1104 | 300 | 770 | 720 | 210 | 860 |
| 1204 | 300 | 810 | 720 | 210 | 900 |
| 1304 | 470 | 850 | 720 | 210 | 1110 |
| 205 | 630 | 730 | 540 | 160 | 1200 |
| 305 | 300 | 380 | 750 | 220 | 830 |
| 405 | 300 | 440 | 750 | 220 | 830 |
| 505 | 300 | 490 | 750 | 220 | 830 |
| 605 | 300 | 550 | 750 | 220 | 830 |
| 705 | 300 | 590 | 750 | 220 | 830 |
| 805 | 300 | 640 | 750 | 220 | 830 |
| 905 | 300 | 680 | 750 | 220 | 830 |
| 1005 | 300 | 730 | 750 | 220 | 830 |
| 1105 | 300 | 770 | 750 | 220 | 850 |
| 1205 | 300 | 810 | 750 | 220 | 890 |
| 1305 | 470 | 850 | 750 | 220 | 1100 |
| 206 | 640 | 730 | 630 | 180 | 1190 |
| 306 | 300 | 380 | 630 | 180 | 750 |
| 406 | 300 | 440 | 630 | 180 | 750 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 506 | 300 | 490 | 630 | 180 | 750 |
| 606 | 300 | 550 | 630 | 180 | 750 |

| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 706 | 300 | 590 | 630 | 180 | 750 |
| 806 | 300 | 640 | 630 | 180 | 760 |
| 906 | 300 | 680 | 630 | 180 | 800 |
| 1006 | 300 | 730 | 630 | 180 | 850 |
| 1106 | 300 | 770 | 630 | 180 | 890 |
| 1206 | 300 | 810 | 630 | 180 | 930 |
| 1306 | 460 | 850 | 630 | 180 | 1130 |
| 207 | 630 | 730 | 540 | 160 | 1200 |
| 307 | 300 | 380 | 750 | 210 | 840 |
| 407 | 300 | 440 | 750 | 210 | 840 |
| 507 | 300 | 490 | 750 | 210 | 840 |
| 607 | 300 | 550 | 750 | 210 | 840 |
| 707 | 300 | 590 | 750 | 210 | 840 |
| 807 | 300 | 640 | 750 | 210 | 840 |
| 907 | 300 | 680 | 750 | 210 | 840 |
| 1007 | 300 | 730 | 750 | 210 | 840 |
| 1107 | 300 | 770 | 750 | 210 | 860 |
| 1207 | 300 | 810 | 750 | 210 | 900 |
| 1307 | 470 | 850 | 750 | 210 | 1110 |
| 208 | 640 | 730 | 630 | 180 | 1190 |
| 308 | 290 | 380 | 630 | 180 | 740 |
| 408 | 290 | 440 | 630 | 180 | 740 |
| 508 | 290 | 490 | 630 | 180 | 740 |
| 608 | 290 | 550 | 630 | 180 | 740 |
| 708 | 290 | 590 | 630 | 180 | 740 |
| 808 | 290 | 640 | 630 | 180 | 750 |
| 908 | 290 | 680 | 630 | 180 | 790 |
| 1008 | 290 | 730 | 630 | 180 | 840 |
| 1108 | 290 | 770 | 630 | 180 | 880 |
| 1208 | 290 | 810 | 630 | 180 | 920 |
| 1308 | 440 | 850 | 630 | 180 | 1110 |
| 209 | 640 | 730 | 620 | 180 | 1190 |
| 309 | 270 | 380 | 580 | 170 | 680 |
| 409 | 270 | 440 | 580 | 170 | 680 |
| 509 | 270 | 490 | 580 | 170 | 680 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 609 | 270 | 550 | 580 | 170 | 680 |
| 709 | 270 | 590 | 580 | 170 | 690 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|
| 809 | 270 | 640 | 580 | 170 | 740 |
| 909 | 270 | 680 | 580 | 170 | 780 |
| 1009 | 270 | 730 | 580 | 170 | 830 |
| 1109 | 270 | 770 | 580 | 170 | 870 |
| 1209 | 270 | 810 | 580 | 170 | 910 |
| 1309 | 410 | 850 | 580 | 170 | 1090 |
| 210 | 600 | 730 | 490 | 140 | 1190 |
| 310 | 290 | 380 | 640 | 180 | 750 |
| 410 | 290 | 440 | 640 | 180 | 750 |
| 510 | 290 | 490 | 640 | 180 | 750 |
| 610 | 290 | 550 | 640 | 180 | 750 |
| 710 | 290 | 590 | 640 | 180 | 750 |
| 810 | 290 | 640 | 640 | 180 | 750 |
| 910 | 290 | 680 | 640 | 180 | 790 |
| 1010 | 290 | 730 | 640 | 180 | 840 |
| 1110 | 290 | 770 | 640 | 180 | 880 |
| 1210 | 290 | 810 | 640 | 180 | 920 |
| 1310 | 440 | 850 | 640 | 180 | 1110 |
| 211 | 630 | 730 | 560 | 160 | 1200 |
| 311 | 290 | 380 | 570 | 160 | 700 |
| 411 | 290 | 440 | 570 | 160 | 700 |
| 511 | 290 | 490 | 570 | 160 | 700 |
| 611 | 290 | 550 | 570 | 160 | 700 |
| 711 | 290 | 590 | 570 | 160 | 720 |
| 811 | 290 | 640 | 570 | 160 | 770 |
| 911 | 290 | 680 | 570 | 160 | 810 |
| 1011 | 290 | 730 | 570 | 160 | 860 |
| 1111 | 290 | 770 | 570 | 160 | 900 |
| 1211 | 290 | 810 | 570 | 160 | 940 |
| 1311 | 430 | 850 | 570 | 160 | 1120 |
| 212 | 1260 | 1020 | 1090 | 310 | 2040 |
| 312 | 740 | 380 | 1100 | 310 | 1530 |
| 412 | 740 | 440 | 1100 | 310 | 1530 |
| 512 | 740 | 490 | 1100 | 310 | 1530 |
| 612 | 740 | 550 | 1100 | 310 | 1530 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|------|-----|------|
| 712 | 740 | 590 | 1100 | 310 | 1530 |
| 812 | 740 | 640 | 1100 | 310 | 1530 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|-----|------|
| 912 | 740 | 680 | 1100 | 310 | 1530 |
| 1012 | 740 | 730 | 1100 | 310 | 1530 |
| 1112 | 740 | 770 | 1100 | 310 | 1530 |
| 1212 | 740 | 810 | 1100 | 310 | 1530 |
| 1312 | 1020 | 850 | 1100 | 310 | 1810 |
| 213 | 630 | 730 | 470 | 130 | 1230 |
| 313 | 300 | 380 | 510 | 150 | 530 |
| 413 | 300 | 440 | 510 | 150 | 590 |
| 513 | 300 | 490 | 510 | 150 | 640 |
| 613 | 300 | 550 | 510 | 150 | 700 |
| 713 | 300 | 590 | 510 | 150 | 740 |
| 813 | 300 | 640 | 510 | 150 | 790 |
| 913 | 300 | 680 | 510 | 150 | 830 |
| 1013 | 300 | 730 | 510 | 150 | 880 |
| 1113 | 300 | 770 | 510 | 150 | 920 |
| 1213 | 300 | 810 | 510 | 150 | 960 |
| 1313 | 420 | 850 | 510 | 150 | 1120 |
| 214 | 620 | 730 | 420 | 120 | 1230 |
| 314 | 310 | 380 | 510 | 150 | 540 |
| 414 | 310 | 440 | 510 | 150 | 600 |
| 514 | 310 | 490 | 510 | 150 | 650 |
| 614 | 310 | 550 | 510 | 150 | 710 |
| 714 | 310 | 590 | 510 | 150 | 750 |
| 814 | 310 | 640 | 510 | 150 | 800 |
| 914 | 310 | 680 | 510 | 150 | 840 |
| 1014 | 310 | 730 | 510 | 150 | 890 |
| 1114 | 310 | 770 | 510 | 150 | 930 |
| 1214 | 310 | 810 | 510 | 150 | 970 |
| 1314 | 430 | 850 | 510 | 150 | 1130 |
| 215 | 1200 | 1020 | 840 | 240 | 1980 |
| 315 | 680 | 380 | 1060 | 300 | 1440 |
| 415 | 680 | 440 | 1060 | 300 | 1440 |
| 515 | 680 | 490 | 1060 | 300 | 1440 |
| 615 | 680 | 550 | 1060 | 300 | 1440 |
| 715 | 680 | 590 | 1060 | 300 | 1440 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|------|-----|------|
| 815 | 680 | 640 | 1060 | 300 | 1440 |
| 915 | 680 | 680 | 1060 | 300 | 1440 |

| | | | | | |
|------|-----|-----|------|-----|------|
| 1015 | 680 | 730 | 1060 | 300 | 1440 |
| 1115 | 680 | 770 | 1060 | 300 | 1440 |
| 1215 | 680 | 810 | 1060 | 300 | 1440 |
| 1315 | 930 | 850 | 1060 | 300 | 1690 |
| 216 | 640 | 730 | 570 | 160 | 1210 |
| 316 | 290 | 380 | 570 | 160 | 700 |
| 416 | 290 | 440 | 570 | 160 | 700 |
| 516 | 290 | 490 | 570 | 160 | 700 |
| 616 | 290 | 550 | 570 | 160 | 700 |
| 716 | 290 | 590 | 570 | 160 | 720 |
| 816 | 290 | 640 | 570 | 160 | 770 |
| 916 | 290 | 680 | 570 | 160 | 810 |
| 1016 | 290 | 730 | 570 | 160 | 860 |
| 1116 | 290 | 770 | 570 | 160 | 900 |
| 1216 | 290 | 810 | 570 | 160 | 940 |
| 1316 | 430 | 850 | 570 | 160 | 1120 |
| 217 | 650 | 730 | 640 | 180 | 1200 |
| 317 | 280 | 380 | 600 | 170 | 710 |
| 417 | 280 | 440 | 600 | 170 | 710 |
| 517 | 280 | 490 | 600 | 170 | 710 |
| 617 | 280 | 550 | 600 | 170 | 710 |
| 717 | 280 | 590 | 600 | 170 | 710 |
| 817 | 280 | 640 | 600 | 170 | 750 |
| 917 | 280 | 680 | 600 | 170 | 790 |
| 1017 | 280 | 730 | 600 | 170 | 840 |
| 1117 | 280 | 770 | 600 | 170 | 880 |
| 1217 | 280 | 810 | 600 | 170 | 920 |
| 1317 | 420 | 850 | 600 | 170 | 1100 |
| 218 | 700 | 730 | 840 | 240 | 1300 |
| 318 | 320 | 380 | 910 | 260 | 970 |
| 418 | 320 | 440 | 910 | 260 | 970 |
| 518 | 320 | 490 | 910 | 260 | 970 |
| 618 | 320 | 550 | 910 | 260 | 970 |
| 718 | 320 | 590 | 910 | 260 | 970 |
| 818 | 320 | 640 | 910 | 260 | 970 |

Продолжение таблицы 2

| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 918 | 320 | 680 | 910 | 260 | 970 |
| 1018 | 320 | 730 | 910 | 260 | 970 |

| | | | | | |
|------|------|-----|------|-----|------|
| 1118 | 320 | 770 | 910 | 260 | 970 |
| 1218 | 320 | 810 | 910 | 260 | 970 |
| 1318 | 520 | 850 | 910 | 260 | 1170 |
| 219 | 690 | 730 | 730 | 210 | 1210 |
| 319 | 360 | 380 | 1330 | 380 | 1310 |
| 419 | 360 | 440 | 1330 | 380 | 1310 |
| 519 | 360 | 490 | 1330 | 380 | 1310 |
| 619 | 360 | 550 | 1330 | 380 | 1310 |
| 719 | 360 | 590 | 1330 | 380 | 1310 |
| 819 | 360 | 640 | 1330 | 380 | 1310 |
| 919 | 360 | 680 | 1330 | 380 | 1310 |
| 1019 | 360 | 730 | 1330 | 380 | 1310 |
| 1119 | 360 | 770 | 1330 | 380 | 1310 |
| 1219 | 360 | 810 | 1330 | 380 | 1310 |
| 1319 | 650 | 850 | 1330 | 380 | 1600 |
| 220 | 1300 | 730 | 1290 | 370 | 2220 |
| 320 | 540 | 380 | 1110 | 320 | 1330 |
| 420 | 540 | 440 | 1110 | 320 | 1330 |
| 520 | 540 | 490 | 1110 | 320 | 1330 |
| 620 | 540 | 550 | 1110 | 320 | 1330 |
| 720 | 540 | 590 | 1110 | 320 | 1330 |
| 820 | 540 | 640 | 1110 | 320 | 1330 |
| 920 | 540 | 680 | 1110 | 320 | 1330 |
| 1020 | 540 | 730 | 1110 | 320 | 1330 |
| 1120 | 540 | 770 | 1110 | 320 | 1330 |
| 1220 | 540 | 810 | 1110 | 320 | 1330 |
| 1320 | 810 | 850 | 1110 | 320 | 1600 |
| ЛК1 | 2520 | 240 | 990 | 310 | 2760 |
| ЛК2 | 2430 | 240 | 950 | 300 | 2670 |
| 221 | 850 | 940 | 1150 | 350 | 1650 |
| 321 | 350 | 350 | 1150 | 350 | 1150 |
| 421 | 350 | 400 | 1150 | 350 | 1150 |
| 521 | 350 | 450 | 1150 | 350 | 1150 |
| 621 | 350 | 490 | 1150 | 350 | 1150 |
| 721 | 350 | 540 | 1150 | 350 | 1150 |

Окончание таблицы 2

| | | | | | |
|-----|-----|-----|------|-----|------|
| 821 | 350 | 580 | 1150 | 350 | 1150 |
| 921 | 350 | 620 | 1150 | 350 | 1150 |

| | | | | | |
|------|-----|-----|------|-----|------|
| 1021 | 350 | 660 | 1150 | 350 | 1150 |
| 1121 | 350 | 690 | 1150 | 350 | 1150 |
| 1221 | 350 | 730 | 1150 | 350 | 1150 |
| 1321 | 570 | 770 | 1150 | 350 | 1370 |

Конструктивное решение системы отопления

В проекте принята двухтрубная, вертикальная система с нижней разводкой, поквартирная. Подводки к отопительным приборам проложены в конструкции пола. Отопительные приборы – радиаторы-конвектор PURMO Compact с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном.

Порядок последовательности принятых инженерных решений:

На плане подвала определяем место установки индивидуально теплового пункта (ИТП);

На плане типового этажа расставляем отопительные приборы. В апартаментах отопительные приборы размещаем под световыми проёмами, а на лестничной клетке на боковых стенах.

Отопительные приборы в каждой номере подключаются к стояку, через поквартирный шкаф управления к стояку, для выбора режима отопления и учета потребления энергии.

Определяем место прокладки главного стояка и магистралей. Вычерчиваем расчетную схему с расстановкой запорно-регулирующей арматуры:

Для увязки стояков устанавливаем автоматический балансировочный клапаны. И краны для дренажа.

Запорно-регулирующую арматуру располагаем в доступных местах для осмотра, ремонта и замены.

Для выпуска воздуха из системы установлены автоматические воздухоотводчики в каждом отопительном приборе.

2.3 Тепловой расчёт отопительных приборов

Цель расчёта: выбор типоразмера и числа элементов отопительных приборов с таким условием, чтобы общая поверхность прибора обеспечивала необходимое теплоснабжение в обслуживаемое помещение.

Порядок расчёта:

1) Выявляем тепловую нагрузку на стояк Q_{CT} , Вт, как суммарную тепловую мощность подключённых к нему приборов.

2) Определяем массовый расход воды в стояке G_{CT} , кг/ч, по формуле:

$$G_{CT} = \frac{3,6 \cdot Q_{CT} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{\Gamma} - t_0)} \quad (18)$$

где Q_{CT} – тепловая нагрузка рассчитываемого стояка, Вт;

β_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с размещением отопительных приборов у наружных ограждений;

β_2 – поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу через дополнительную площадь, принимаемых к установке приборов;

c – удельная теплоёмкость воды, равная 4,187 кДж/кг · °С;

t_{Γ}, t_0 – соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, °С.

3) Определяем количество теплоносителя $G_{ПР}$, кг/ч, проходящего через отопительный прибор в течение часа по формуле:

$$G_{ПР} = \alpha \cdot G_{CT}, \quad (19)$$

где α – коэффициент затекания воды в прибор.

4) Определяем температурный напор Δt , °С, для отопительного прибора по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{ВХ} + t_{ВЫХ}}{2} - t_B, \quad (20)$$

где $t_{ВХ}, t_{ВЫХ}$ – температура теплоносителя соответственно на входе и на выходе из отопительного прибора, °С, определяемая по формуле:

$$t_{ВХ, ВЫХ} = t_{\Gamma} - \frac{3,6 \cdot Q_{ПР}^* \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot G_{CT}}, \quad (21)$$

где $Q_{ПР}^*$ – суммарная тепловая нагрузка отопительных приборов, расположенных до рассматриваемого по ходу движения теплоносителя, Вт;

$t_{\Gamma}, c, \beta_1, \beta_2, G_{CT}$ – то же, что и в формуле (16).

5) Определяем комплексный коэффициент φ по формуле:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{ПР}}{360}\right)^p \cdot b, \quad (22)$$

где n, p – коэффициенты, полученные экспериментальным путём, принимаемые по приложению В;

b – поправочный коэффициент на атмосферное давление, принимаемый по приложению Г;

$G_{ПР}$ – то же, что и в формуле (17);

Δt – то же, что и в формуле (18).

Согласно приложениям В и Г, получаем: $n = 0,3$; $p = 0$; $c = 1$; $b = 0,993$.

Определяем теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов $Q_{ТР}$, Вт, по формуле:

$$Q_{ТР} = q_{Г} \cdot l_{Г} + q_{В} \cdot l_{В}, \quad (23)$$

где $q_{Г}$, $q_{В}$ – соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, Вт/м;

$l_{Г}$, $l_{В}$ – соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, м.

Определяем требуемый тепловой поток $q_{ТР}$, Вт/м², по формуле:

$$q_{ТР} = \frac{Q_{ПР} - 0,9 \cdot Q_{ТР}}{\varphi} \quad (24)$$

По полученному значению $q_{ТР}$ определяем количество секций в радиаторе по формуле:

$$N = \frac{q_{ТР}}{q_{Н}}, \quad (25)$$

где $q_{Н}$ – номинальный тепловой поток отопительного прибора, Вт/м².

Тепловой расчёт отопительных приборов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Тепловой расчёт отопительных приборов

| № пом. | Q, Вт | t _{ВХ} , °С | t _{ВЫХ} , °С | Dt, °С | j | Q _{ТР} , Вт | g, Вт/м ² | Прибор | Кол-во прибо- ров |
|--------|----------|-------------------------|--------------------------|-----------|-------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 201 | 1210 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1740 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 301 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 401 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 501 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 601 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 701 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 801 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 901 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1001 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1101 | 860 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1162 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1201 | 900 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1228 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1301 | 1080 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1525 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 202 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 302 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 402 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 502 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 602 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 702 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 802 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 902 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1002 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1102 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1202 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1302 | 1080 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1525 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 203 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 303 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 403 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 503 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 603 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 703 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 803 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 903 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1003 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1103 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1203 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1303 | 1080 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1525 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 204 | 1200 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1723 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 304 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 404 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 504 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 604 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 704 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 804 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 904 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1004 | 820 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1096 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1104 | 860 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1162 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1204 | 900 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1228 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1304 | 1110 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1575 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 205 | 1200 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1723 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 305 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 405 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 505 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 605 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 705 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 805 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 905 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1005 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1105 | 850 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1145 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1205 | 890 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1211 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1305 | 1100 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1558 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 206 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 306 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 406 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 506 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 606 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 706 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 806 | 760 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 997 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 906 | 800 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1063 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1006 | 850 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1145 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1106 | 890 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1211 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1206 | 930 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1277 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1306 | 1130 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1608 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 207 | 1200 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1723 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 307 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 407 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 507 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 607 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 707 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 807 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 907 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1007 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1107 | 860 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1162 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1207 | 900 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1228 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1307 | 1110 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1575 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 208 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 308 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 408 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 508 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 608 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 708 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 808 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 908 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1008 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1108 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1208 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1308 | 1110 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1575 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 209 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 309 | 680 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 865 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 409 | 680 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 865 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 509 | 680 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 865 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 609 | 680 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 865 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 709 | 690 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 881 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 809 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 909 | 780 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1030 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1009 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1109 | 870 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1178 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1209 | 910 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1244 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 1309 | 1090 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1542 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 210 | 1190 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1707 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 310 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 410 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 510 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 610 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 710 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 810 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 910 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1010 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1110 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1210 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1310 | 1110 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1575 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 211 | 1200 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1723 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 311 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 411 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 511 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 611 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 711 | 720 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 931 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 811 | 770 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1013 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 911 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1011 | 860 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1162 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 1111 | 900 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1228 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1211 | 940 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1294 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1311 | 1120 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1591 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 212 | 2040 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 3111 | PURMO Compact 300/600/33 | 3 |
| 312 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 412 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 512 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 612 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 712 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 812 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 912 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1012 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1112 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1212 | 1530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2268 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1312 | 1810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2731 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 213 | 1230 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1773 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 313 | 530 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 617 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 413 | 590 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 716 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 513 | 640 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 798 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 613 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |
| 713 | 740 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 964 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |
| 813 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 913 | 830 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1112 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1013 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1113 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1213 | 960 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1327 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1313 | 1120 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1591 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 214 | 1230 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1773 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 314 | 540 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 633 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 414 | 600 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 732 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 514 | 650 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 815 | PURMO Compact 400/400/33 | 1 |
| 614 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |
| 714 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |
| 814 | 800 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1063 | PURMO Compact 400/500/33 | 1 |
| 914 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1014 | 890 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1211 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1114 | 930 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1277 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1214 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1314 | 1130 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1608 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 215 | 1980 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 3012 | PURMO Compact 300/600/33 | 3 |
| 315 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 415 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 515 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 615 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|---|
| 715 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 815 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 915 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1015 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1115 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1215 | 1440 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2120 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 1315 | 1690 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2533 | PURMO Compact 400/500/33 | 3 |
| 216 | 1210 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1740 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 316 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 416 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 516 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 616 | 700 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 898 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 716 | 720 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 931 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 816 | 770 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1013 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 916 | 810 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1079 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1016 | 860 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1162 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1116 | 900 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1228 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1216 | 940 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1294 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1316 | 1120 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1591 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 217 | 1200 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1723 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 317 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 417 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|---------------------------|---|
| 517 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 617 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 717 | 710 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 914 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 817 | 750 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 980 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 917 | 790 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1046 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1017 | 840 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1129 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1117 | 880 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1195 | PURMO Compact 400/600/33 | 1 |
| 1217 | 920 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1261 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1317 | 1100 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1558 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 218 | 1300 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1889 | PURMO Compact 300/1000/33 | 1 |
| 318 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 418 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 518 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 618 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 718 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 818 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 918 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1018 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1118 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1218 | 970 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1344 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 1318 | 1170 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1674 | PURMO Compact 400/700/33 | 1 |
| 219 | 1210 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1740 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|---------------------------|---|
| 319 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 419 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 519 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 619 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 719 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 819 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 919 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 1019 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 1119 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 1219 | 1310 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1905 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 1319 | 1600 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2384 | PURMO Compact 400/1000/33 | 1 |
| 220 | 2220 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 3408 | PURMO Compact 300/900/33 | 2 |
| 320 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 420 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 520 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 620 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 720 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 820 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 920 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 1020 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 1120 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| 1220 | 1330 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1938 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |

Окончание таблицы 3

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-------|-----|------|--------------------------|----|
| 1320 | 1600 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2384 | PURMO Compact 400/500/33 | 2 |
| ЛК1 | 2760 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 4300 | PURMO Compact 300/400/22 | 11 |
| ЛК2 | 2670 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 4151 | PURMO Compact 300/400/22 | 11 |
| 221 | 1650 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2467 | PURMO Compact 300/900/33 | 1 |
| 321 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 421 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 521 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 621 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 721 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 821 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 921 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 1021 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 1121 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 1221 | 1150 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 1641 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |
| 1321 | 1370 | 80,0 | 60,0 | 49,0 | 0,605 | 174 | 2004 | PURMO Compact 400/900/33 | 1 |

2.4 Гидравлический расчет

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и определение гидравлического сопротивления системы отопления.

Перед началом гидравлического расчета вычерчивают расчетную схему системы отопления, см. рисунок 1.

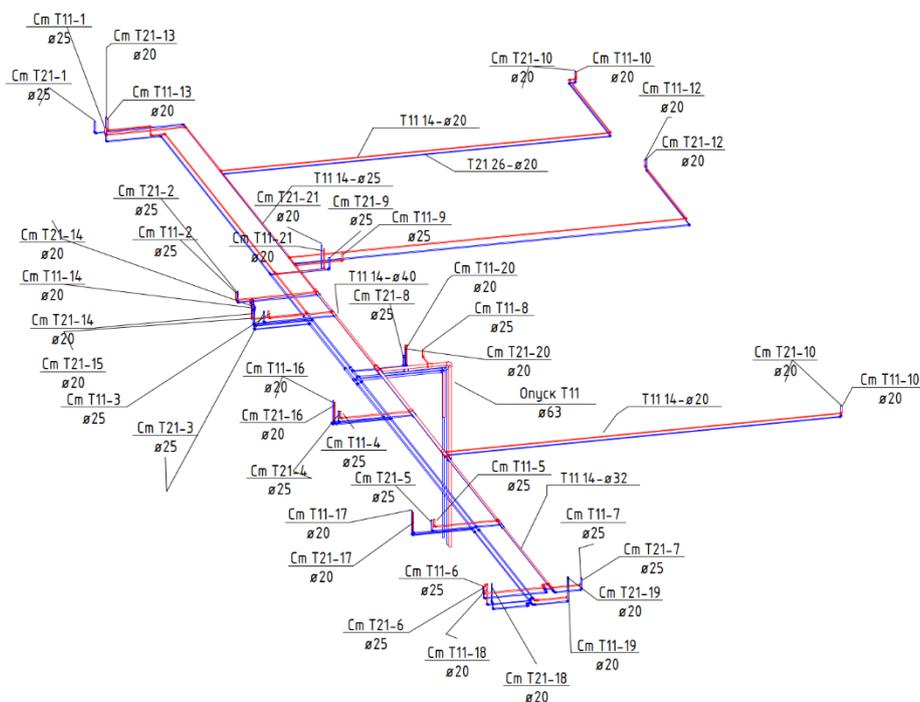


Рисунок 1 – Расчетная схема отопления

Гидравлический расчет был выполнен по методу удельных потерь давления на трение. Потери давления в системе отопления складываются из потерь давления на трение и потерь давлений в местных сопротивлениях.

$$\Delta P = R \cdot l + Z \quad (26)$$

где R – удельные потери давления на 1 м трубопровода, Па/м;

l – длина трубопровода, м;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

В процессе гидравлического расчета по вычисляется расход по формуле:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} \quad (27)$$

где Q – нагрузка на отопление, Вт;

c – теплоемкость воды, принимаема 4,187 кДж/(кг · °С);

t_1 и t_2 – тоже что и в формуле.

По принятым скоростям v , м/с при которой не будет образовываться шум, не более 1,5 м/с, назначают диаметры d , мм трубопроводов, после чего

определяются потери давления на каждом расчетном участке. Расчетным участком считается участок с постоянным расходом.

Потери давления на преодоления сил трения будут находиться по формуле:

$$P = R \cdot l \quad (28)$$

Потери давления в местных сопротивлениях будут зависеть от динамического давления и находиться по формуле:

$$Z = P_o \cdot \sum \zeta \quad (29)$$

где $P_{\text{дин}}$ – динамическое давление, определяемое по формуле:

$$P_o = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (30)$$

$\sum \xi$ – коэффициент местного сопротивления по [7].

Местное сопротивление, находящееся между смежными расчетными участками (тройник, крестовина), относят к участку с меньшим расходом воды.

Результаты гидравлического расчета главной ветки и второстепенной представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Гидравлический расчет

Главное циркуляционное кольцо

| Номер уч-ка | Q, Вт | G, кг/ч | L, м | d, мм | V, м/с | R, Па/м | R*L, Па | R _{дин} , Па | $\sum \xi$ | Z, Па | (R*L)+Z, Па | H _{сист} , Па |
|--------------------------------------|---------|---------|------|-------|--------|---------|---------|-----------------------|------------|---------|-------------|------------------------|
| 1-2 | 246 570 | 3 228 | 22,7 | 65 | 0,422 | 46 | 1044,2 | 86,37 | 1,9 | 164,10 | 1208 | 1208 |
| 2-3 | 121 220 | 1 587 | 4,8 | 65 | 0,217 | 14 | 67,2 | 22,84 | 4,5 | 102,77 | 170 | 1378 |
| 3-4 | 100 250 | 1 313 | 2,5 | 65 | 0,171 | 9 | 22,5 | 14,18 | 1 | 14,18 | 37 | 1415 |
| 4-5 | 97 490 | 1 276 | 4,4 | 40 | 0,281 | 32 | 140,8 | 38,30 | 1 | 38,30 | 179 | 1594 |
| 5-6 | 77 440 | 1 014 | 4,1 | 32 | 0,289 | 40 | 164 | 40,51 | 1 | 40,51 | 205 | 1799 |
| 6-7 стояк | 38 240 | 501 | 0,8 | 25 | 0,267 | 49 | 39,2 | 34,58 | 1 | 34,58 | 74 | 1873 |
| 7 стояк | 38 240 | 501 | 37,8 | 25 | 0,267 | 49 | 1852,2 | 34,58 | 33,5 | 1158,27 | 3010 | 4883 |
| 7 стояк - 7 | 38 240 | 501 | 0,8 | 25 | 0,267 | 49 | 39,2 | 34,58 | 1 | 34,58 | 74 | 4957 |
| 7-8 | 77 440 | 1 014 | 4,1 | 32 | 0,289 | 40 | 164 | 40,51 | 1 | 40,51 | 205 | 5162 |
| 8-9 | 97 490 | 1 276 | 4,4 | 40 | 0,281 | 32 | 140,8 | 38,30 | 1 | 38,30 | 179 | 5341 |
| 9-10 | 100 250 | 1 313 | 2,5 | 65 | 0,171 | 9 | 22,5 | 14,18 | 1 | 14,18 | 37 | 5378 |
| 10-11 | 121 220 | 1 587 | 4,8 | 65 | 0,217 | 14 | 67,2 | 22,84 | 4,5 | 102,77 | 170 | 5548 |
| 11-12 | 246 570 | 3 228 | 22,7 | 65 | 0,422 | 46 | 1044,2 | 86,37 | 1,9 | 164,10 | 1208 | 6756 |
| $\Delta P=6800$ Па | | | | | | | | | | | | |
| Второстепенное циркуляционное кольцо | | | | | | | | | | | | |
| 2-13 | 103 150 | 1 351 | 4,8 | 40 | 0,299 | 36 | 172,8 | 43,36 | 3,9 | 169,10 | 342 | 342 |
| 13-14 | 82 170 | 1 076 | 1,3 | 40 | 0,219 | 20 | 26 | 23,26 | 4,9 | 113,98 | 140 | 482 |
| 14-15 | 61 460 | 805 | 1,7 | 32 | 0,210 | 26 | 44,2 | 21,39 | 5,9 | 126,19 | 170 | 652 |
| 15-16 | 28 430 | 372 | 0,5 | 25 | 0,267 | 24 | 12 | 34,58 | 6,9 | 238,57 | 251 | 903 |
| 16-17 | 23 510 | 308 | 5,5 | 25 | 0,155 | 18 | 99 | 11,65 | 7,9 | 92,05 | 191 | 1094 |

Окончание таблицы 4

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|-------|------|----|-------|----|-------|-------|------|--------|----------------------------|------|
| 17-1 стояк | 20 840 | 273 | 4,5 | 25 | 0,135 | 14 | 63 | 8,84 | 8,9 | 78,67 | 142 | 1236 |
| 1 стояк | 20840 | 273 | 37,8 | 25 | 0,135 | 14 | 529,2 | 8,84 | 9,9 | 87,51 | 617 | 1853 |
| 1 стояк - 18 | 20840 | 273 | 4,5 | 25 | 0,135 | 14 | 63 | 8,84 | 10,9 | 96,35 | 159 | 2012 |
| 18-19 | 23 510 | 308 | 5,5 | 25 | 0,155 | 18 | 99 | 11,65 | 11,9 | 138,66 | 238 | 2250 |
| 19-20 | 28 430 | 372 | 0,5 | 25 | 0,267 | 24 | 12 | 34,58 | 12,9 | 446,02 | 458 | 2708 |
| 20-21 | 61 460 | 805 | 1,7 | 32 | 0,210 | 26 | 44,2 | 21,39 | 13,9 | 297,30 | 342 | 3050 |
| 21-22 | 82 170 | 1 076 | 1,3 | 40 | 0,219 | 20 | 26 | 23,26 | 14,9 | 346,59 | 373 | 3423 |
| 22-23 | 103 150 | 1 351 | 4,8 | 40 | 0,299 | 36 | 172,8 | 43,36 | 15,9 | 689,42 | 862 | 4285 |
| | | | | | | | | | | | $\Delta P=4300 \text{ Па}$ | |

3 Технология монтажа панельного радиатора

Технология монтажа отопительных приборов панельных радиаторов является эффективным способом обеспечения тепла в помещениях. Она предполагает установку радиаторов на стены или подоконники с использованием специальных кронштейнов и крепежных элементов.

Процесс монтажа начинается с выбора оптимального места для размещения радиатора, учитывая расположение отопительной системы и особенности помещения. Затем производится маркировка и установка крепежных элементов на стену, которые обеспечивают надежное крепление радиатора.

После установки кронштейнов происходит подключение радиатора к системе отопления. Это включает подключение трубопроводов с помощью фитингов и установку задвижек для регулирования протока теплоносителя. Важно обеспечить герметичность соединений и правильное подключение к системе.

После завершения монтажа необходимо провести проверку работы системы и настройку радиатора. Это включает проверку на утечки, правильное функционирование задвижек и обеспечение равномерного распределения тепла по всей поверхности радиатора.

Технология монтажа панельных радиаторов отличается от других типов отопительных систем своей простотой и относительной быстротой установки. Она обеспечивает эффективное отопление помещений и может быть применена в различных типах зданий, включая жилые и коммерческие объекты.

4 Вентиляция

4.1 Общие данные

Основная задача систем вентиляции — подача в помещения наружного свежего воздуха для разбавления и замещения загрязненного, создание оптимальных условий микроклимата помещения.

В данной работе предусмотрены: система приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждениями, кондиционирование, система дымоудаления. Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности. Система естественной вентиляции выполнена из стальных оцинкованных воздуховодов. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI120.

Система с механическим побуждением представляет собой 2 приточно-вытяжных установки с рекуперацией тепла на каждом этаже, подающими воздух к 5 ($L = 960\text{м}^3/\text{ч}$) и к 4 ($L = 760\text{м}^3/\text{ч}$) номерам соответственно. Наружный воздух в приточной установке очищается от пыли и нагревается до температуры + 14С и по системе воздуховодов подается в каждый номер, чем обеспечивается дежурный режим вентиляции. Для доведения параметров помещения до оптимальных значений каждый номер оборудован фанкойлом-доводчиком, позволяющим создать оптимальные условия, после чего воздух подается по помещениям номера с помощью диффузоров вихревого типа. Подогрев воздуха осуществляется по системе теплоснабжения вентиляции, а охлаждение – за счет холодильной машины – чиллера, в количестве 5 установок, расположенных на кровле здания. Системы теплоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха выполнены из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном. На трубопроводах данных систем предусмотрена теплоизоляция.

На случай ремонтных работ приточных установок или фанкойлов в здании предусмотрена естественная вентиляция. Удаление воздуха происходит из санузла номера. Для корректной работы вытяжной вентиляции с 5-го этажа устанавливаются осевые вентиляторы, создающие необходимое давление для удаления воздуха. Приток свежего воздуха происходит за счет приточных клапанов, установленных под подоконной доской. Всего в номере установлено 4 приточных клапана производительностью $30\text{м}^3/\text{ч}$.

На случай пожара предусмотрена противодымная вентиляция для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека. Удаление газов происходит из коридоров через нормально закрытые клапана дымоудаления. Выброс дыма осуществляет радиальный вентилятор дымоудаления, расположенный на кровле здания. Подача воздуха происходит в шахты лифтов и незадымляемую лестничную клетку типа Н2.

4.2 Воздухообмен помещений

Минимальный воздухообмен жилой комнаты гостиничной номера без курения принят $60\text{ м}^3/\text{ч}$ при использовании номера. Минимальный воздухообмен совмещенного санузла гостиничного номера при его использовании принят $120\text{ м}^3/\text{ч}$. Минимальный воздухообмен кладовой – кратность воздухообмена 1 ч^{-1} .

Данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – воздухообмен помещений

| Гостиничный номер | Воздухообмен жилой комнаты, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Воздухообмен совмещенного санузла, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Воздухообмен кладовой, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Итого, $\text{м}^3/\text{ч}$ |
|-------------------|---|--|--|------------------------------|
| 101-1301 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 102-1302 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 103-1303 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 104-1304 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 105-1305 | 60 | 120 | 20 | 200 |
| 106-1306 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 107-1307 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 108-1308 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| 109-1309 | 60 | 120 | 10 | 190 |
| | | | Итого | 1720 |

Данные параметры взяты по стандартам АВОК [21].

4.3 Подбор диффузоров

Для притока и вытяжки воздуха предусмотрены вихревые диффузоры.

Подача воздуха осуществляется в жилые комнаты и спальни. Удаление воздуха организовано из санузлов, кладовых и кухонь.

Диффузор вихревой предназначен для выравнивания параметров воздуха по всему объему помещения за счет формирования закрученного потока воздуха. Устанавливается под потолком с непосредственным подключением воздуховода. Монтаж диффузоров осуществляется с помощью присоединительного патрубка, который крепится к воздуховоду. Герметичность соединения обеспечивается резиновым уплотнением.

Конструкция диффузора формирует двунаправленный воздушный поток – боковые щели обеспечивают горизонтальный выброс воздуха, а внутренние ламели, размещенные под углом $30\text{-}35^\circ$ (в зависимости от модели) формируют вертикальный закрученный поток воздуха, а за счет установленных под углом лопастей имеют высокую эжектирующую способность. Диффузоры изготовлены из стали и окрашены порошковым способом.

Определяем площадь поперечного сечения диффузора, задаваясь скоростью движения воздуха. Рекомендуемые значения скорости $V=2\text{м/с}$;

$$F_{\text{диф}} = \frac{L}{3600 \cdot 2}, \text{ м}^2 \quad (31)$$

Подбор вихревого диффузора указан в таблице 6

Таблица 6 – Подбор вихревого диффузора

| Диффузор в: | L, м ³ /ч | Fдиф, м ² | Vфакт, м/с | Модель |
|---------------------|----------------------|----------------------|------------|----------|
| Жилой комнате | 130 | 0,0177 | 2,04 | DWP2 150 |
| Кухне | 60 | 0,0086 | 1,94 | DWP2 100 |
| Совмещенном санузле | 120 | 0,0177 | 1,88 | DWP2 150 |
| Кладовой | 10 | 0,0086 | 0,32 | DWP2 100 |
| Спальня | 60 | 0,0086 | 1,94 | DWP2 100 |

Для кухонь, кладовых и спален подбираем диффузор DWP2 100, см. рисунок 2.

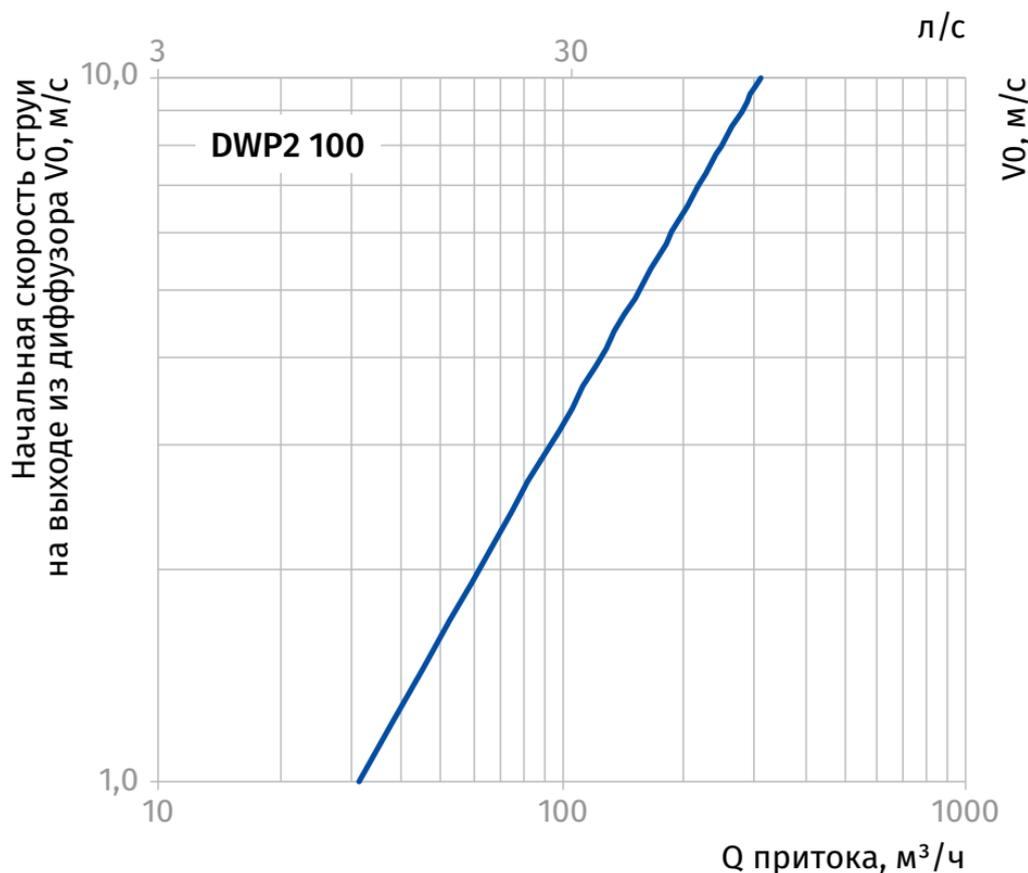


Рисунок 2 – техническая характеристика вихревого диффузора DWP2 100

Для жилых комнат и совмещенных санузлов подбираем диффузор DWP2 150, см. рисунок 3.

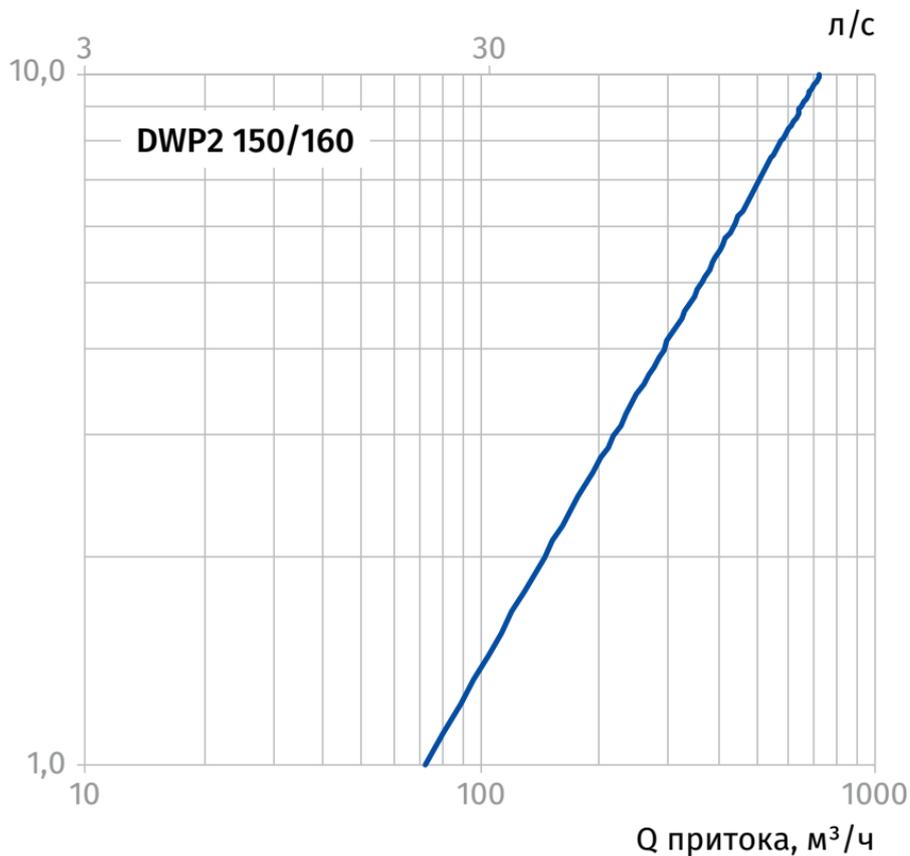


Рисунок 3 – техническая характеристика вихревого диффузора DWP2 150

Технические характеристики вихревых диффузоров взяты из каталога Blauberg DWP2.

4.4 Аэродинамический расчет механической вентиляции

Целью аэродинамического расчета является определение потерь давления при перемещении расчетных расходов воздуха на отдельных участках системы и в системе в целом. Аэродинамический расчет производится для определения размеров поперечного сечения участков сети.

Аэродинамический расчет выполняется после определения воздухообмена, по решению трассировки воздуховодов в здании и после вычерчивания аксонометрической схемы воздуховодов.

При аэродинамическом расчете схему разбивают на определенные участки (отрезки воздуховода с постоянным расходом).

Расчетные расходы на участках определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода участка указывают на аксонометрической схеме рассчитываемой системы.

Потери давления Δp , Па, на участке воздуховода длиной l определяют по формуле:

$$\Delta p = R \cdot l + Z, \quad (32)$$

R – удельная потеря давления на 1 метр воздуховода, Па/м;

Z – потеря давления в местных сопротивлениях, Па/м.

Аэродинамический расчет вентиляционной системы состоит из двух этапов: расчета участков основного направления — магистрали и увязки всех остальных участков системы.

Расчет ведется в следующей последовательности:

1) Начертить аксонометрическую схему системы вентиляции;

2) Определить нагрузки отдельных расчетных участков. Для этого систему разбивают на отдельные участки. Расчетный участок характеризуется постоянным по длине расходом воздуха. Расчетные расходы на участках определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода каждого участка указывают на аксонометрической схеме рассчитываемой системы;

3) Выбрать основные направления, наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков. При равной протяженности в качестве расчетной выбирают наиболее нагруженную цепочку участков.

4) Нумерацию участков магистрали начинают с участков с меньшим расходом. Расход, длину и результаты последующих расчетов заносят в таблицу аэродинамического расчета.

Ориентировочную площадь поперечного сечения F , м^2 , принимают по формуле:

$$F=L/(3600 \cdot V_{\text{рек}}), \quad (33)$$

где L — расчетный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$V_{\text{рек}}$ — рекомендуемая скорость движения воздуха на участках вентиляционных систем, $\text{м}/\text{с}$;

5) фактическую скорость $V_{\text{фак}}$, $\text{м}/\text{с}$, определяют с учетом принятого стандартного воздуховода, определяется по формуле:

$$V_{\text{фак}}= L/(3600 \cdot F_{\text{ф}}) \quad (34)$$

При этой скорости вычисляют динамическое давление на участке:

$$P_{\text{д}} = \rho \cdot v^2 / 2, \text{ Па} \quad (35)$$

Потери давления в местных сопротивлениях, Па:

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{д}} \quad (36)$$

Удельные потери давления на трение, Па/м, в круглых воздуховодах:

$$R = \lambda \cdot P_{\text{д}} / d, \quad (37)$$

где λ — коэффициент гидравлического сопротивления трения;

d — диаметр воздуховода;

$P_{\text{д}}$ — динамическое давление, Па.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{\text{э}}}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (38)$$

где κ_3 – абсолютная эквивалентная шероховатость поверхности воздуховода;
 Re – критерий Рейнольдса.

$$Re = v \cdot d / \nu, \quad (39)$$

где ν – кинематическая вязкость воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$;
 v – скорость движения воздуха в воздуховоде, $\text{м}/\text{с}$.

Расчет механической вентиляции на примере участка 1 системы ПВ1:

$$L = 130 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$l = 7 \text{ м};$$

$$F = 130 / (3600 \cdot 6) = 0,006 \text{ м}^2;$$

Принят воздуховод из полимерных материалов 90мм;

$$V_{\text{фак}} = 130 / (3600 \cdot 0,0064) = 5,68 \text{ м}/\text{с};$$

$$\kappa_3 = 0,0007 \text{ мм};$$

$$\nu = 0,0000146198 \text{ м}^2/\text{с};$$

$$Re = 5,68 \cdot 90 / 0,0000146198 = 34166,78;$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{0,0007}{90} + \frac{68}{34166,78} \right)^{0,25} = 0,02;$$

$$P_d = 1,22 \cdot 5,68^2 / 2 = 19,44 \text{ Па};$$

$$R = 0,02 \cdot 19,44 / 0,09 = 4,32 \text{ Па}/\text{м};$$

$$Z = 2,18 \cdot 19,44 = 42,38 \text{ Па};$$

$$\Delta p = 4,32 \cdot 7 + 42,38 = 72,62 \text{ Па}.$$

Аналогично рассчитываем другие участки.

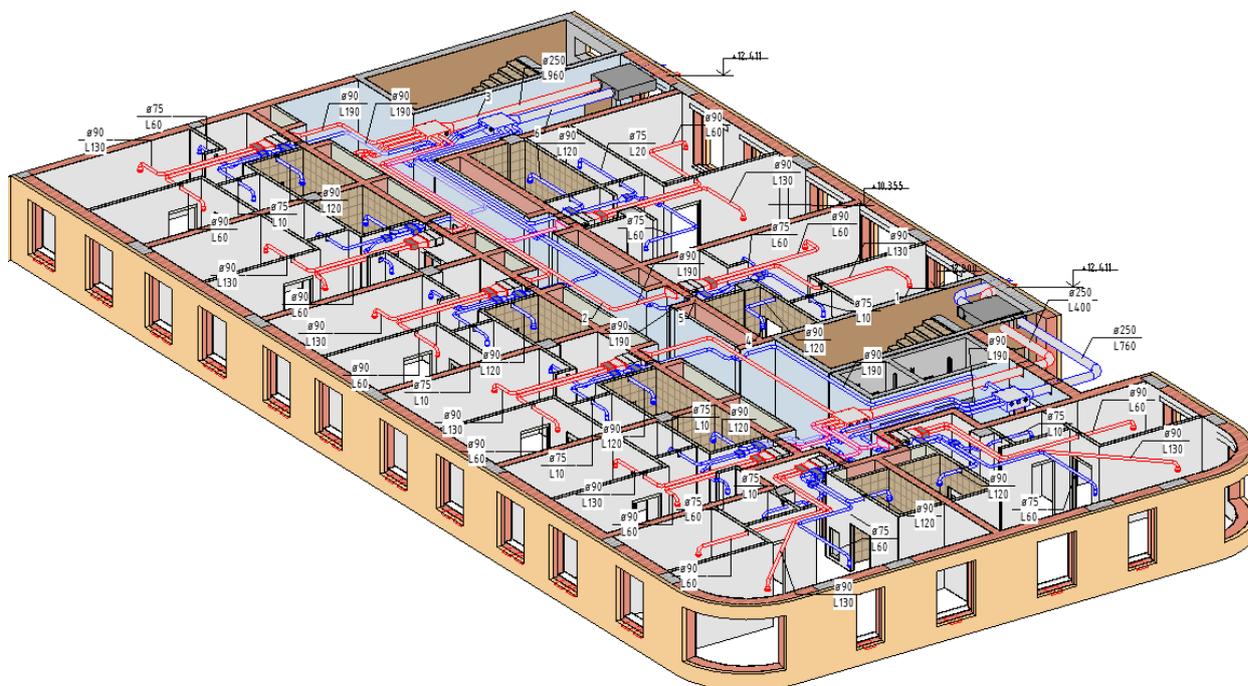


Рисунок 4 – расчетная схема ПВ1 и ПВ2

Результаты аэродинамического расчета занесены в приложение 1.

4.5 Аэродинамический расчет естественной вентиляции

Перед началом расчета на планах здания намечают расположение каналов и вытяжных шахт, определяют количество воздуха, удаляемого из помещений и через каждый канал. Далее вычерчивается аксонометрическая схема, на которую наносят номера участков и расчетные объемы воздуха. Расчет сети каналов естественной вентиляции обычно начинают с ветви, для которой гравитационное давление имеет наименьшее значение, т.е. для каналов из помещений верхнего этажа.

Располагаемое гравитационное давление ΔP_p определяют при t наружного воздуха равной $+5\text{ }^\circ\text{C}$, т.к. в холодный период условия для работы естественной вентиляции более благоприятные:

$$\Delta P_p = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \text{ Па}, \quad (40)$$

где h – расстояние по вертикали от центра вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты;

ρ_n и ρ_v – плотность наружного и внутреннего воздуха $\rho_n = 1,27 \text{ кг/м}^3$ (при $t_n = +5\text{ }^\circ\text{C}$), $\rho_v = 1,213 \text{ кг/м}^3$ (при $t_n = +18\text{ }^\circ\text{C}$).

Определяем площадь сечения вытяжного канала:

$$F = L / (3600 \cdot v), \text{ м}^2, \quad (41)$$

где L – количество удаляемого через канал воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

v – скорость движения воздуха, м/с . Рекомендуемая скорость воздуха в вытяжной шахте $v = 1-1,5 \text{ м/с}$.

По таблице расчета металлических воздухопроводов прямоугольного сечения определяем потери давления на 1 пм R_i и подсчитываем потери давления на трение на участке:

$$\Delta P_{\text{мрi}} = R_i \cdot l_i, \text{ Па}, \quad (42)$$

где l_i – длина участка в м .

Определяем общие потери давления на трение и местные сопротивления на всех участках сети:

$$\Delta P_{\text{св}} = \sum(R \cdot l + Z), \text{ Па} \quad (43)$$

Если общие потери давления получаются на 10% меньше величины располагаемого давления ΔP_p , то выбранное сечение каналов принимается как окончательное.

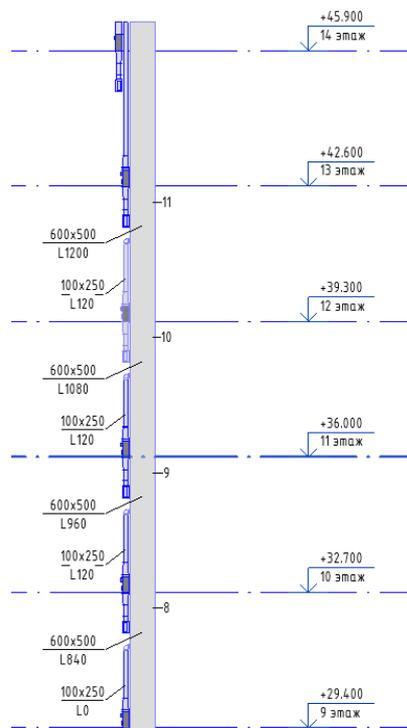


Рисунок 5 – расчетная схема ВЕ

Расчет участка 11 этажа, см. рисунок 5.

$$\Delta P_p = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v) = 9,8 \cdot 7,3 \cdot (1,27 - 1,213) = 4,1 \text{ Па}$$

Расчет спутника:

$$F = L / (3600 \cdot v) = 120 / (3600 \cdot 1) = 0,033 \text{ м}^2$$

Сечение воздуховода принято $0,10 \times 0,25 \text{ м}^2$;

$$F_{\text{факт}} = 0,10 \cdot 0,25 = 0,025 \text{ м}^2;$$

$$v_{\text{факт}} = 120 / (3600 \cdot 0,025) = 1,33 \text{ м/с};$$

Рассчитываем потери на трения для спутника:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l = 0,24 \cdot 3,3 = 0,79 \text{ Па};$$

Рассчитываем потери давления и местные сопротивления для спутника (жалюзийная решетка и 2 отвода) с учетом потерь давления на приточном клапане (10 Па):

$$Z = \sum \xi \cdot P_d = (1,2 + 0,17 \cdot 2) \cdot 1,1 + 10 = 11,7 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(спутник)}} = R \cdot l + Z = 0,79 + 11,7 = 12,5 \text{ Па}$$

Расчет общих потерь давления и местных сопротивлений для 11 этажа:

$$F = L / (3600 \cdot v) = 1200 / (3600 \cdot 1,2) = 0,278 \text{ м}^2$$

Сечение воздуховода принято $0,5 \times 0,6 \text{ м}^2$;

$$F_{\text{факт}} = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3 \text{ м}^2;$$

$$v_{\text{факт}} = 1200 / (3600 \cdot 0,3) = 1,11 \text{ м/с};$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l = 0,035 \cdot 4 = 0,14 \text{ Па};$$

$$Z = \sum \xi \cdot P_d = 2,1 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(магистраль)}} = \sum(R \cdot l + Z) = 1,8 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(общая)}} = 1,8 + 12,5 = 14,3 \text{ Па.}$$

$\Delta P_p < \Delta P_{\text{св(общая)}}$. Условие не выполняется, устанавливаем вентилятор Ducto Plus Blaubeurg, см. рисунок 6.



Рисунок 6 – технические характеристики вентилятора Ducto Plus

Аналогично проводит расчеты остальных участков и сводим результаты в приложение 2.

4.6 Подбор основного оборудования

Исходными данными для подбора фанкойлов являются расход нагреваемого воздуха (G , кг/ч) и параметры нагреваемого воздуха (начальная и конечная температуры, °С);

Определяем нагрузку на нагрев воздуха:

$$Q = 0,28 \cdot G \cdot (t_k - t_n), \text{ Вт} \tag{44}$$

$$Q = 0,28 \cdot 190 \cdot (24 - 16) = 425,6 \text{ Вт}$$

Определяем нагрузку на охлаждение воздуха:

$$Q = 0,28 \cdot G \cdot (t_n - t_k), \text{ Вт} \tag{45}$$

$$Q = 0,28 \cdot 190 \cdot (30 - 18) = 638,4 \text{ Вт}$$

Четырехтрубные фанкойлы AC

КАНАЛЬНЫЕ, ЧЕТЫРЕХТРУБНЫЕ

| Модель | | | MDKT3-200F (G30/G50) | MDKT3-300F (G30/G50) | MDKT3-400F (G30/G50) | MDKT3-500F (G30/G50) | MDKT3-600F (G30/G50) |
|---|----------------------------|--------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Производительность | Охлаждение (Выс.) | кВт | 2,0 | 2,7 | 3,6 | 4,3 | 5,0 |
| | Нагрев (Выс.) | кВт | 3,0 | 4,0 | 5,2 | 5,7 | 7,2 |
| Электропитание | | В/Гц/Ф | 220-240/50/1 | | | | |
| Номинальная потр. мощность (охл.) G12/G30/G50 | | Вт | 33/49/49 | 53/64/64 | 66/75/75 | 87/96/96 | 100/114/114 |
| Рабочие показатели | Расход воздуха (Выс.) | м³/ч | 340 | 510 | 680 | 850 | 1020 |
| | Уровень шума, 12Па (Низк.) | дБ(А) | 26 | 27 | 28 | 30 | 32 |
| | Уровень шума, 30Па (Низк.) | дБ(А) | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| | Уровень шума, 50Па (Низк.) | дБ(А) | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| | Стат. Давление | Па | G12 - 12 / G30 - 30 / G50 - 50 | | | | |
| Гидравлические параметры | Сопротивление (Охлаждение) | кПа | 7,6 | 14,4 | 8,2 | 9,5 | 17,2 |
| | Сопротивление (Нагрев) | кПа | 6,8 | 12,5 | 23,5 | 24,0 | 40,7 |
| | Расход воды (Охлаждение) | м³/час | 0,344 | 0,464 | 0,619 | 0,740 | 0,860 |
| | Расход воды (Нагрев) | м³/час | 0,258 | 0,344 | 0,447 | 0,490 | 0,619 |
| Размер | Ш x В x Г | мм | 741*241*522 | 841*241*522 | 941*241*522 | | 1161*241*522 |
| Размер в упаковке | Ш x В x Г | мм | 790*260*550 | 890*260*550 | 990*260*550 | | 1210*260*550 |
| Вес нетто | | кг | 15,1 | 17,5 | 20,7 | | 23,5 |
| Вес брутто | | кг | 17,4 | 20,0 | 23,1 | | 26,5 |
| Диаметр труб | Входная (Охлаждение) | дюйм | 3/4" ВР | | | | |
| | Выходная (Охлаждение) | дюйм | 3/4" ВР | | | | |
| | Входная (Нагрев) | дюйм | 3/4" ВР | | | | |
| | Выходная (Нагрев) | дюйм | 3/4" ВР | | | | |
| | Дренажная труба (НД) | мм | 24 | | | | |

Рисунок 7 – технические характеристики четырехтрубного фанкойла

Добавим теплопоступления бытовые, от людей и от солнца ($Q_{\text{тп}}=2\text{кВт}$)

$$Q=2+0,638=2,638 \text{ кВт}$$

Выбираем фанкойл модели MDKT3-300F, см. рисунок 7.

Рассчитаем требуемую мощность чиллера:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ф}} \cdot n \cdot k, \text{ кВт} \quad (46)$$

где n – количество этажей в здании с установленными фанкойлами;
 k – количество фанкойлов на этаже.

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ф}} \cdot n \cdot k = 2,638 \cdot 12 \cdot 9 = 285 \text{ кВт} \quad (47)$$

Выбираем 5 чиллером модели MDC-SU90-RNIL, см. рисунок 8.

| Модель | | | MDC-SU30-RN1L | MDC-SU30M-RN1L | MDC-SU60-RN1L | MDC-SU60M-RN1L | MDC-SU90-RN1L | MDC-SU90M-RN1L |
|---|-----------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Производительность | Охлаждение | кВт | 27,0 | 27,6 | 55,0 | | 82,0 | |
| | Нагрев | кВт | 31,0 | 31,0 | 61,0 | 61,0 | 90,0 | |
| Электропитание | | В/Гц/Ф | 380-415/50/3 | | | | | |
| Охлаждение | Номинальная потребляемая мощность | кВт | 10,80 | 11,40 | 22,00 | 23,20 | 36,80 | 38,00 |
| | Номинальный потребляемый ток | А | 15,90 | 15,75 | 31,50 | 32,52 | 53,18 | 54,91 |
| | EER | Вт/Вт | 2,50 | 2,42 | 2,50 | 2,37 | 2,23 | 2,16 |
| | SEER | Вт/Вт | 4,08 | 3,93 | | 4,28 | 4,08 | 3,83 |
| Нагрев | Номинальная потребляемая мощность | кВт | 10,50 | 11,20 | 20,30 | 21,50 | 32,80 | 34,00 |
| | Номинальный потребляемый ток | А | 15,38 | 15,35 | 29,00 | 30,64 | 47,40 | 49,13 |
| | COP | Вт/Вт | 2,95 | 2,77 | 3,00 | 2,84 | 2,74 | 2,65 |
| | SCOP | Вт/Вт | 4,01 | 3,28 | 3,85 | 3,45 | 3,99 | 3,75 |
| Максимальная потребляемая мощность | | кВт | 12,46 | 13,63 | 25,47 | 25,53 | 41,52 | 47,33 |
| Максимальный потребляемый ток | | А | 18,0 | 18,7 | 36,8 | 39,8 | 60,0 | 68,4 |
| Компрессор | Количество | | 1 | | | 2 | | |
| Гидравлические параметры испарителя | Тип | | Пластинчатый | | | | | |
| | Соппротивление | кПа | 55 | 55 | 61 | 61 | 75 | 75 |
| | Расход воды | м³/ч | 5,0 | | | 9,8 | | 15,0 |
| Напор насоса | м | - | 15 | - | 15 | - | 15 | |
| Диаметр труб | мм | DN40 | | | DN50 | | | |
| Хладагент | Тип | | R410a | | | | | |
| | Заводская заправка | кг | 10,5 | | | 17,0 | | 27,0 |
| Уровень шума | дБ(А) | 65,8 | 68 | 72,1 | 73 | 80,1 | 81 | |
| Размер | Ш x В x Г | 1870*1175*1000 | | | 2220*1325*1055 | | 3220*1513*1095 | |
| Размер в упаковке | Ш x В x Г | 1910*1225*1035 | | | 2250*1370*1090 | | 3275*1540*1130 | |
| Вес нетто | кг | 300 | 315 | 480 | 515 | 710 | 710 | |
| Вес брутто | кг | 310 | 325 | 490 | 525 | 739 | 739 | |
| Рабочий диапазон температур наружного воздуха* | Охлаждение | °С | -10°С ~ +43°С | | | | | |
| | Нагрев | °С | -15°С ~ +30°С | | | | -20°С ~ +30°С | |
| Пределы регулировки температуры теплоносителя** | Охлаждение | °С | +5°С ~ +20°С | | | | | |
| | Нагрев | °С | +25°С ~ +55°С | | | | | |

Рисунок 8 – технические характеристики chillera

Подбор приточно-вытяжных установок производят по их характеристикам. Производительность приточно-вытяжной установки, м³/ч, принимаем по расчетному расходу воздуха для системы:

$$L_{\text{пву}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (48)$$

где $K_{\text{подс}}$ — коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы, равное 1,1;

Давление, создаваемое приточно-вытяжной установкой, равно:

$$P_{\text{пву}} = 1,1 \cdot \Delta P_n, \text{ Па}, \quad (49)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий 10%-ый запас давления на неучтенные потери; ΔP_n — общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании).

В данной выпускной квалификационной работе спроектированы две приточно-вытяжных системы. Приточно-вытяжные установки подобраны по каталогу Blauberg, см. рисунок 9.

$$L_{\text{пву1}} = 960 \cdot 1,1 = 1056 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P_{\text{пву1}} = 500 \cdot 1,1 = 550 \text{ Па}.$$

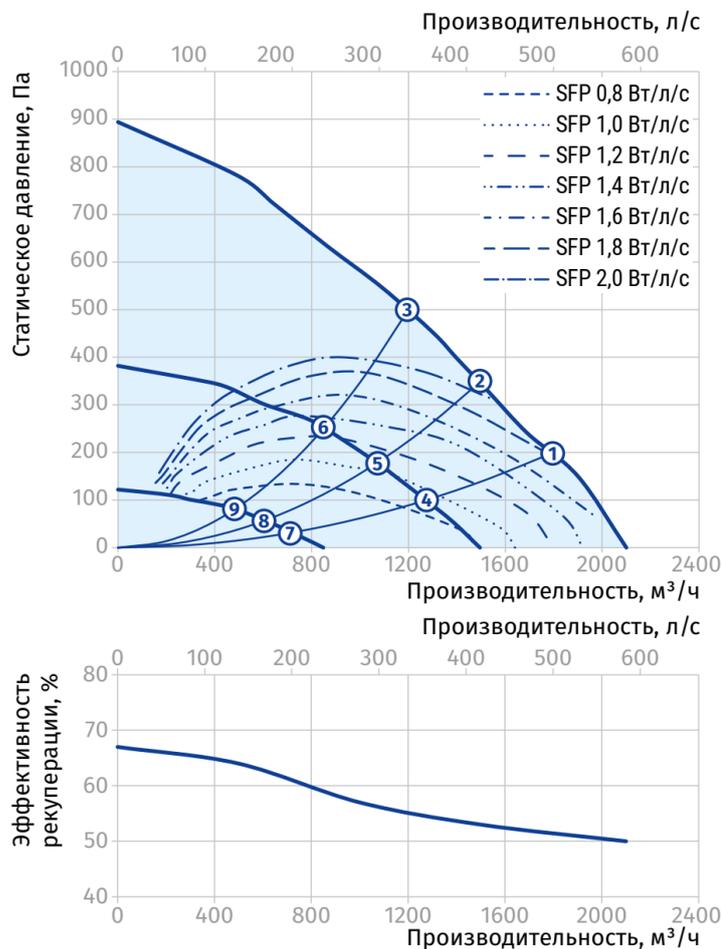


Рисунок 9 – Технические характеристики приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла COMFORT EC DBE 2000 S21

Подбор второй приточно-вытяжной установки производится аналогичным образом.

4.7 Противодымная защита коридоров

Удаление дыма при пожаре для обеспечения эвакуации людей из помещений гостиницы в начальной стадии пожара, возникшего в одном помещении, запроектировано из коридоров гостиницы[25]. Удаление дыма осуществляет системой с искусственным побуждением. Дымовые клапана размещены под потолком коридора.

Количество дыма, удаляемого из коридоров через дымовые клапаны:

$$G_d = 0,95BN^{1,5}, \text{ кг/с}, \quad (50)$$

где B – ширина большей створки двери при выходе из коридора или холла на лестничную клетку или наружу, м;

N – высота двери, м.

Потери давления в открытом дымовом клапане, Па:

$$P_1 = (\xi_1 + \xi_2) \cdot (V_p)^2 / (2p), \quad (51)$$

где ξ_1 – коэффициент сопротивления входа в дымовой клапан и в шахту, с коленом 90° принимается равным 2,2;

ξ_2 – коэффициент сопротивления в месте присоединения клапана к шахте или отвления от нее, принимается по справочнику [13].

V_p – массовая скорость дыма в проходном сечении (F) клапана, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$; $V_p = G_d/F$; массовую скорость дыма в проходном сечении рекомендуется принимать 7-10 $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

ρ – плотность дыма, при температуре 300°C принимается $0,61 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Потери давления на трение и местные сопротивления, Па:

$$P_2 = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi (V_p^2) / (2\rho), \quad (52)$$

где $K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий содержание в дыме твердых частицы, принятый 10,8;

$R_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, $\text{кг}/\text{м}^2$ по справочнику [13] для эквивалентного диаметра участка воздуховода или шахты, соответствующие величине скоростного давления при массовой скорости дыма или газов на этом участке воздуховода или шахты;

K_c – коэффициент для стальных воздухопроводов, принятый 1,0;

l – длина шахты или воздуховода, м;

V_p – массовая скорость дыма в воздуховодах и шахтах, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$;

ρ – плотность дыма, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расход воздуха, подсасываемого через неплотности закрытого дымового клапана, $\text{кг}/\text{с}$, на 2-м участке:

$$G_{\text{к1}} = 0,0112 \cdot (AP)^{0,5}, \quad (53)$$

где A – площадь проходного сечения клапана, м^2 ;

P – потери давления при проходе воздуха через неплотности притворов закрытого клапана, Па, принимается по расчету первого участка системы, $P=P_1+P_2$.

Количество дыма в устье дымовой шахты с учетом подсоса воздуха через неплотности закрытых клапанов со 2-го по верхний этаж здания, $\text{кг}/\text{с}$, определяется в первом приближении:

$$G_{y1} = G_d + G_{\text{к1}}(N-1), \quad (54)$$

где G_d , $G_{\text{к1}}$ – количество дыма по формуле (37) и расход воздуха через закрытый клапан по формуле(40);

N – число этажей в здании, в которых предусматривается удаление дыма.

Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты G_{y1} , $\text{кг}/\text{с}$, определяем при среднем скоростном давлении в шахте:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot h_{\text{д,ср}} \cdot (N-1) + 0,1 \cdot (N-1) \cdot h_{\text{д,ср}} + P_1 + P_2, \quad (55)$$

где $R_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, $\text{кгс}/\text{м}^2$, при среднем скоростном давлении $h_{\text{д,ср}}$, Па;

K_c – коэффициент для стальных воздуховодов, принятый 1,0;

H_3 – высота этажа здания, м;

N – число этажей в здании;

$h_{д.ср} = (h_{д1} + h_{ду}) \cdot 0,5$;

$h_{д1} = (G_d/F_{ш})^2 / (2 \cdot 0,61)$ – на 1-м участке;

$h_{ду} = (G_{y1}/F_{ш})^2 / (2 \cdot p_y)$ – в устье шахты;

$p_y = G_{y1}(G_d/0,61 + (G_{y1} - G_d)/1,2)$;

P_1 – потери давления в открытом дымовом клапане, Па;

P_2 – потери давления на трение и местные сопротивления, Па.

Массовую скорость газов в устье шахты рекомендуется принимать не более $15 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$.

Расход воздуха, кг/с, подсасываемого через закрытый дымовой клапан на верхнем этаже здания при давлении газов в устье шахты P_{y1} , Па:

$$G_{к2} = 0,0112 \cdot (AP_{y1})^{0,5}, \quad (56)$$

где A – площадь проходного сечения клапана, м^2 ;

P_{y1} – потери давления в дымовой шахте, Па.

Поступление воздуха в дымовую шахту через закрытые дымовые клапаны и дыма через открытый клапан на 2-м этаже, кг/с, определяется во втором приближении:

$$G_{y2} = (G_{к1} + G_{к2}) \cdot (N-1) + G_d, \quad (57)$$

где $G_{к1}$ – расход воздуха, подсасываемого через неплотности закрытого дымового клапана, кг/с, на 2-м участке;

$G_{к2}$ – расход воздуха, кг/с, подсасываемого через закрытый дымовой клапан на верхнем этаже здания при давлении газов в устье шахты P_{y1} , Па;

N – число этажей в здании;

G_d – количество дыма, удаляемого из коридоров через дымовые клапаны.

Сопротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора – $P_{вс}$, Па рассчитывается по формуле (52) при расходе G_{y2} .

Потери давления системы на всасывании, Па, до вентилятора (отрицательное статическое давление) определяется по формуле

$$P_{y2} = P_{y1} + P_{вс}, \quad (58)$$

где P_{y1} – по формуле (55);

$P_{вс}$ – сопротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора.

Подсосы воздуха через неплотности воздуховодов, кг/с, определяется при давлении P_{y2} и по табл.2[11].

$$G_{п} = K \cdot (G_1 \cdot \Pi_1 \cdot l_1) + (G_2 \cdot \Pi_2 \cdot l_2), \quad (59)$$

где G_1, G_2 – удельный расход воздуха $G_{уд} \cdot 10^3$, кг/(с·м²) на 1 м² внутренней поверхности воздуховода.

Общий расход газов до вентилятора, кг/с:

$$G_{сум} = G_{y2} + G_{п}, \quad (60)$$

Потери давления в сети до вентилятора P_v , Па, с учетом подсосываемого воздуха через неплотности воздухопроводов:

$$P_v = P_{y2}(1+(G_{сум}/G_{y1})^2) \cdot 0,5$$

Плотность смеси воздуха и газов перед вентилятором, кг/м³:

$$\rho_{сум} = G_{сум}/(G_{д}/0,61+(G_{сум} - G_{д})/1,2), \quad (61)$$

Температура смеси газов, °С:

$$T=(353 - 273 \cdot \rho_{сум})/\rho_{сум}.$$

Определяется естественное давление газов при общей высоте шахты:

$H_{ш}$, Па:

$$P_{ес} = H_{ш}(y_n - (\rho_{сум} + \rho_{д}) \cdot 4,95), \quad (62)$$

где $\rho_{д}$ – плотность дымовых газов, при удалении из коридоров принимается 0,61 кг/м³;

$\rho_{сум}$ – плотность дымовых газов, удаляемых из здания, кг/м³;

y_n – удельный вес наружного воздуха в теплый период года по параметрам Б, Н/м³, рассчитывается по формуле $y_n = 3463/(273+t_n)$.

Потери давления в сети дымоудаления с учетом естественного давления газов, Па:

$$P_{вен} = P_{сум} - P_{ес}, \quad (63)$$

где $\rho_{сум}$ – плотность дымовых газов, удаляемых из здания, кг/м³;

$P_{ес}$ – естественное давление газов, Па.

Вентилятор для удаления газов выбирается по условным потерям давления $P_{ус}$, Па, приведенным к плотности стандартного воздуха, и по суммарному расходу дымовых газов L_v , м³/ч, на выходе из вентилятора. $P_{ус}$ и L_v определяются по формулам:

$$P_{ус} = 1,2P_{вен}/\rho_{сум}; \quad (64)$$

$$L_v = 3600 \cdot G_{сум}/\rho_{сум}. \quad (65)$$

По окончании расчета следует уточнить требуемое давление вентилятора для удаления дыма при возникновении пожара на верхнем этаже здания без учета естественного давления.

Для удаления дыма в данной ВКР используется радиальный крышной вентилятор. Выброс дыма в атмосферу выполняется через трубы без зонтов на высоте 2м. от кровли.

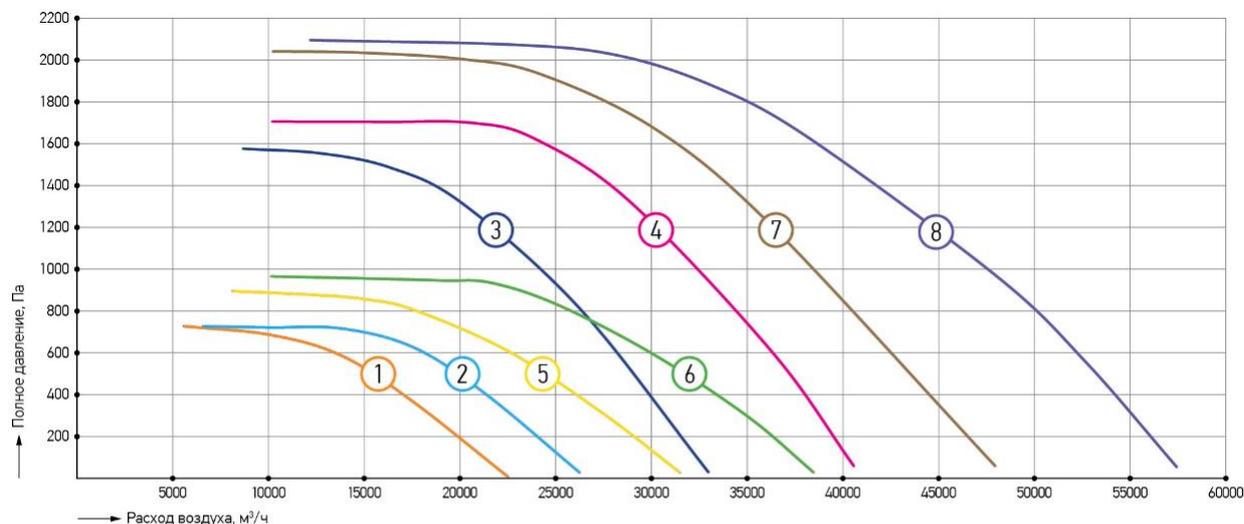
По результатам расчета противодымной вентиляции коридоров расход газов, удаляемых вентилятором:

$$L_B = 24\,500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{yc} = 700 \text{ Па.}$$

Подобран вентилятор дымоудаления, см. рисунок 10



| Номер кривой | Наименование | Обороты фактические, об/мин | Напряжение, В | Номинальная мощность, кВт | Масса, кг |
|--------------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|-----------|
| 1 | VSDB-DU-80A-3x10 | 935 | 380 | 3 | 203 |
| 2 | VSDB-DU-80B-4x10 | 935 | 380 | 4 | 212 |
| 3 | VSDB-DU-80A-11x15 | 1450 | 380 | 11 | 245 |
| 4 | VSDB-DU-80B-15x15 | 1455 | 380 | 15 | 278 |
| 5 | VSDB-DU-90A-7,5x10 | 960 | 380 | 7,5 | 249 |
| 6 | VSDB-DU-90B-11x10 | 965 | 380 | 11 | 284 |
| 7 | VSDB-DU-90A-22x15 | 1465 | 380 | 22 | 349 |
| 8 | VSDB-DU-90B-30x15 | 1465 | 380 | 30 | 382 |

Рисунок 10 – технические характеристики вентилятора дымоудаления VSDB-DU-90B-11x10

4.8 Противодымная защита лифтовых шахт и лестничных клеток

Для защиты людей от при пожаре предусмотрено подача воздуха в лифтовые шахты (отсутствуют тамбур шлюзы) и в незадымляемую лестничную клетку типа Н2.

Избыточное давление в шахтах лифтов и в незадымляемых лестничных клетках типа Н2 – по отношению к давлению наружного воздуха на наветренной стороне здания – не менее 20 Па.

Давление на закрытые двери на путях эвакуации – не более 150 Па.

Воздуховоды противодымной вентиляции выполнены из негорючих материалов пределом огнестойкости 0,5ч.

Давление воздуха в лифтовой шахте на 2-м этаже, Па:

$$P_{ш1} = 0,7 \cdot v^2 p + 20, \tag{66}$$

где v – расчетная скорость ветра для холодного периода года, м/с;

p – плотность наружного воздуха, кг/м³, при расчетной температуре наружного воздуха.

Расход наружного воздуха, кг/ч, подаваемого в лифтовую шахту:

$$G_{ш} = G_{ш1} + (G_{ср} - 5(t_n + 25)) \cdot (N-1), \quad (67)$$

При Z-образном тамбуре при входных дверях здания при ширине створки больше 0,6м. (расход умножается на 1,67В):

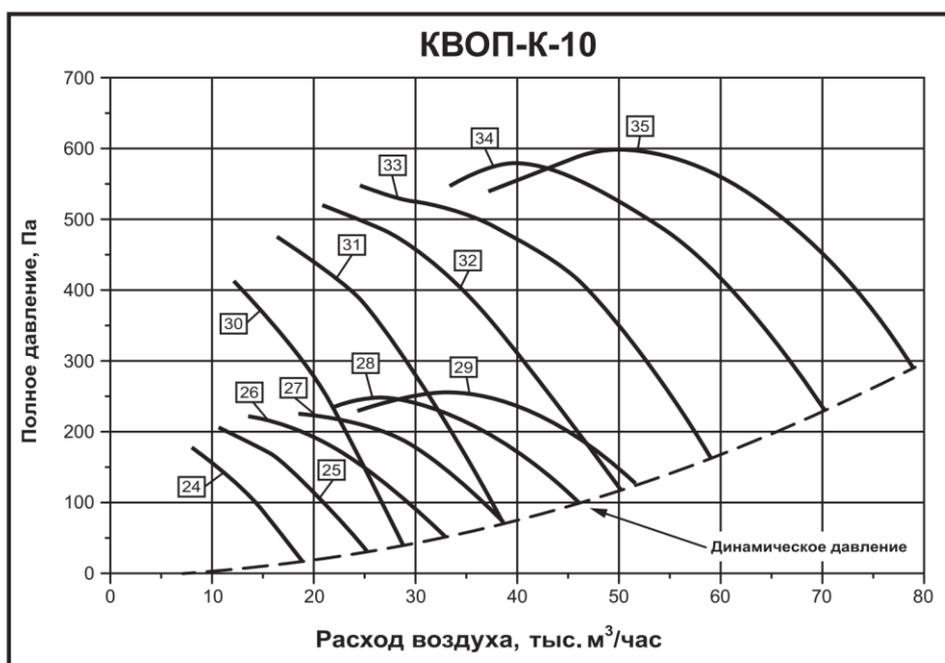
$$G_{ш1} = 2950 + 1000 \cdot (8,8P_{ш1} - 12)^{0,5} - \text{при 2 лифтах}; \quad (68)$$

Средний расход воздуха, кг/ч, поступающий в здание из лифтовых шахт на каждом этаже с 3-го по верхний:

$$G_{ср} = 1050 + 5,2P_{ш1}^{0,5} + 20(N-1) + 30(n-4), \quad (69)$$

где N – число этажей в здании;

n – среднее число дверей на одном этаже для выхода в коридор.



| № | Наименование вентилятора | Электродвигатель | | | Параметры в рабочей зоне | | Корректированный уровень звуковой мощности, L _{WA} , дБА |
|----|--------------------------|------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------|---|
| | | Тип | Частота вращения, об/мин | Мощность, кВт | Производительность, тыс. м³/ч | Полное давление, Па | |
| 24 | КВОП-К-А-10-6 | АИР80А6 | 950 | 0,75 | 8,0 – 18,0 | 170 – 20 | 82 |
| 25 | КВОП-К-Б-10-6 | АИР80В6 | 950 | 1,1 | 12,0 – 25,0 | 190 – 30 | 84 |
| 26 | КВОП-К-В-10-6 | АИР100L6 | 950 | 2,2 | 14,0 – 33,0 | 220 – 50 | 87 |
| 27 | КВОП-К-Г-10-6 | АИР100L6 | 950 | 2,2 | 18,0 – 38,0 | 220 – 70 | 89 |
| 28 | КВОП-К-Д-10-6 | АИР112А6 | 950 | 3,0 | 21,0 – 46,0 | 250 – 100 | 91 |
| 29 | КВОП-К-Е-10-6 | АИР112В6 | 950 | 4,0 | 24,0 – 51,0 | 260 – 125 | 92 |
| 30 | КВОП-К-А-10-4 | АИР100S4 | 1450 | 3,0 | 12,0 – 28,0 | 400 – 38 | 91 |
| 31 | КВОП-К-Б-10-4 | АИР100L4 | 1450 | 4,0 | 16,0 – 38,0 | 450 – 70 | 94 |
| 32 | КВОП-К-В-10-4 | АИР112М4 | 1450 | 5,5 | 24,0 – 50,0 | 500 – 120 | 96 |
| 33 | КВОП-К-Г-10-4 | АИР132S4 | 1450 | 7,5 | 28,0 – 59,0 | 520 – 170 | 98 |
| 34 | КВОП-К-Д-10-4 | АИР132М4 | 1450 | 11,0 | 33,0 – 70,0 | 580 – 230 | 100 |
| 35 | КВОП-К-Е-10-4 | АИР160S4 | 1450 | 15,0 | 37,0 – 79,0 | 600 – 290 | 101 |

Рисунок 11 – технические характеристики осевых вентиляторов КВОП-К-10

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лифтовую шахту, Па:

$$P_{\text{вен.ш}} = \Delta P_c + P_{\text{ш1}} + Nh(y_n - y_{\text{ш}}), \quad (70)$$

где ΔP_c – потери давления в системе вентиляции от точки приема наружного воздуха до входа воздуха в лифтовую шахту, Па;

h – высота этажа в здании, м;

$y_n - y_{\text{ш}}$ – разность удельных весов наружного воздуха и воздуха в лифтовой шахте, Н/м^3 , принимается в зависимости от температуры наружного воздуха t_n по табл. 3[11].

По результатам расчетов противодымной защиты лифтов и лестничных клеток расход воздуха, подаваемого в лифтовую шахту:

$$G_{\text{ш}} = 41\,500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лифтовую шахту:

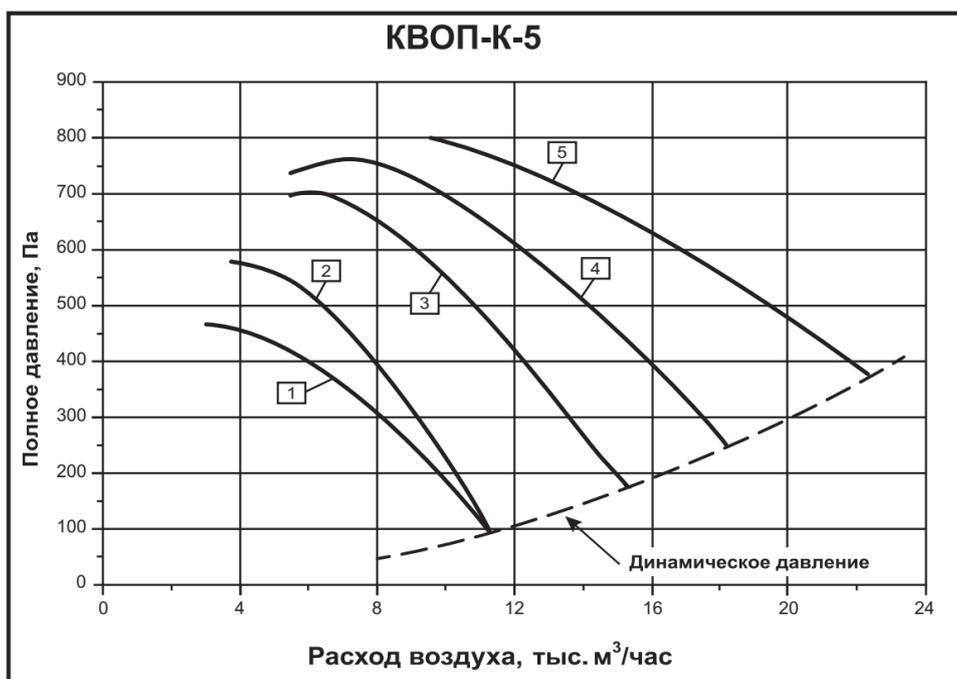
$$P_{\text{вен.ш}} = 140 \text{ Па};$$

Расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку:

$$G_{\text{лк}} = 13\,500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лестничную клетку:

$$P_{\text{лк}} = 190 \text{ Па}.$$



| № | Наименование вентилятора | Электродвигатель | | | Параметры в рабочей зоне | | Корректированный уровень звуковой мощности, L_{WA} , дБА |
|---|--------------------------|------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------|--|
| | | Тип | Частота вращения, об/мин | Мощность, кВт | Производительность, тыс. м³/ч | Полное давление, Па | |
| 1 | КВОП-К-А-5-2 | АИР71В2 | 2900 | 1,1 | 3,0 – 11,0 | 460 – 95 | 99 |
| 2 | КВОП-К-Б-5-2 | АИР80А2 | 2900 | 1,5 | 3,7 – 11,0 | 580 – 95 | 100 |
| 3 | КВОП-К-В-5-2 | АИР80В2 | 2900 | 2,2 | 5,5 – 15,0 | 700 – 175 | 98 |
| 4 | КВОП-К-Г-5-2* | АИР90Л2 | 2900 | 3,0 | 5,5 – 18,0 | 770 – 245 | 98 |
| 5 | КВОП-К-Д-5-2* | АИР100S2 | 2900 | 4,0 | 9,6 – 22,0 | 800 – 370 | 97 |

Рисунок 12 – технические характеристики осевых вентиляторов КВОП-К-5

Установлены осевые вентиляторы КВОП-К-Е-10-6 (см. рисунок 11) для подачи воздуха в шахты лифтов и КВОП-К-В-5-2 (см. рисунок 12) для подачи воздуха в лестничные клетки.

5 Технология на монтаж внутренних систем вентиляции

5.1 Монтаж воздуховодов

Способ монтажа воздуховодов следует выбирать в зависимости от их положения (горизонтальное, вертикальное), размещения относительно конструкций (у стены, у колонн, в межферменном пространстве, в шахте, на кровле здания) и характера здания (одно- или многоэтажное, промышленное, общественное и т.п.).

В качестве фасонных частей сложной геометрической формы, а также для присоединения вентиляционного оборудования, воздухораспределителей, шумоглушителей и других устройств, расположенных в подшивных потолках, камерах и т.п., следует применять гибкие воздуховоды из стеклоткани СПЛ, металлотканевые, алюминиевой фольги и др. Применение гибких воздуховодов в качестве прямых звеньев не допускается.

В целях снижения аэродинамического сопротивления детали из гибких рукавов в смонтированном положении должны иметь минимальную степень сжатия.

Монтаж металлических воздуховодов должен производиться, как правило, укрупненными блоками в следующей последовательности:

- разметка мест установки средств крепления воздуховодов;
- установка средств крепления;
- согласования со строителями мест расположения и способов крепления грузоподъемных средств;
- установка грузоподъемных средств;
- доставка к месту монтажа деталей воздуховодов;
- проверка комплектности и качества доставленных деталей воздуховодов;
- сборка деталей воздуховодов в укрупненные блоки;
- установка блока в проектное положение и закрепление его;
- установка заглушек на верхних торцах вертикальных воздуховодов, расположенных на высоте до 1,5 м от пола.

Длина блока определяется размерами сечения и типом соединения воздуховодов, условиями монтажа и наличием грузоподъемных средств.

Длина укрупненных блоков горизонтальных воздуховодов, соединяемых на фланцах, не должна превышать 20 м.

5.2 Монтаж вентиляторов

Монтаж вентиляторов должен производиться в следующей последовательности:

- приемка помещений венткамер;
- доставка вентилятора или отдельных его деталей к месту монтажа;

- установка грузоподъемных средств;
- строповка вентилятора или отдельных деталей;
- подъем и горизонтальное перемещение вентилятора к месту установки;
- установка вентилятора (сборка вентилятора) на опорных конструкциях (фундаменте, площадке, кронштейнах);
- проверка правильности установки и сборки вентилятора
- закрепление вентилятора к опорным конструкциям;
- проверка работы вентилятора.

В процессе монтажа вентиляторов должен осуществляться поэтапный операционный контроль в соответствии с картами операционного контроля.

5.3 Монтаж оборудования холодоснабжения

Монтаж оборудования систем холодоснабжения должен производиться в следующей последовательности:

- приемка помещения или площадки под оборудование;
- доставка установки или ее отдельных деталей к месту монтажа;
- установка грузоподъемных средств;
- строповка установки или ее отдельных частей;
- подъем и горизонтальное перемещение оборудования к месту установки;
- установка (сборка) оборудования на опорных конструкциях (фундаменте, площадке);
- проверка правильности установки и сборки оборудования;
- закрепление установки к опорным конструкциям;
- пусконаладочные работы
- проверка работы оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа выполнена на основании строительного, технологического задания в соответствии с СП 60.1333.2020 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" и справочной пособии к СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

Расчетная температура воздуха: -37°C

Продолжительность отопительного периода: 234 суток

Источник теплоснабжения: ТЭЦ

Теплоноситель для отопления - вода, с параметрами $80-60^{\circ}\text{C}$

Система отопления принята вертикальная двухтрубная система с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов выбраны радиаторы-конвектор PURMO Comrast с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном. Трубопроводы отопления приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном. Удаление воздуха происходит через автоматический воздухоотводчик. Общие теплотери 246 570 Вт. Общие потери давления 6800 Па.

Предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. На каждом этаже расположены 2 приточно-вытяжные установки, которые очищают воздух от пыли, подогревают его до 14°C и подают по номерам. В каждом номере установлены четырехтрубные фанкойлы, одновременно подключенные к охлажденной (чиллер) и горячей воде (система теплоснабжения вентиляции), доводящие воздух до оптимальных параметров, после чего подают его в помещения через вихревые диффузоры.

На случай ремонтных работ предусмотрена вентиляция с естественным побуждением. Подача воздуха происходит через приточные клапана, установленные под подоконной доской. Удаление воздуха – через санузлы номеров по вентиляционным каналам, расположенным вдоль коридора гостиницы в нишах. С пятого этажа устанавливаются осевые вентиляторы, обеспечивающие необходимое давление для удаления воздуха.

В случае пожара для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека, предусмотрена противодымная вентиляция. Удаление газов происходит из коридоров гостиницы через противодымные клапана с помощью радиального вентилятора, расположенного на кровле здания. Подача воздуха происходит в лифтовые шахты и в лестничную клетку типа Н2.

Для системы вентиляции с механическим побуждением подобраны приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла COMFORT EC DBE 2000 S21, канальные четырехтрубные фанкойлы MDKT3-300F, диффузоры DWP2 100 и DWP2 150. Для подачи хладагента подобрана холодильная машина – чиллер MDC-SU90-RNIL, в количестве 5 установок, соединенных параллельно в один модуль, расположенный на кровле здания.

Для системы вентиляции с естественным побуждением подобраны приточные клапана Norvind City 30, осевые вентиляторы Ducto Plus.

Для системы дымоудаления подобраны радиальный вентилятор дымоудаления VSDB-DU-90B-11x10, осевой вентилятор для подачи воздуха в лифтовые шахты КВОП-К-Е-10-6, осевой вентилятор для подачи воздуха в лестничную клетку типа Н2 КВОП-К-В-5-2.

Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности [26]. Система естественной вентиляции выполнена из тонколистовой оцинкованной стали [27]. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI150 [25].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богословский, В.Н. Отопление / В.Н. Богословский, А.Н. Сканави. – М.:Стройиздат, 1991. – 735 с.
2. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
3. Росляков И.В. Каталог "Балансировочные клапаны" / И.В. Росляков, А.В. Дубняков; под общ. ред. В. В. Невского – Москва: Данфосс, 2013. – 128 с. СП 20.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»
4. Сибикин, Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб.пособие для сред. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – М.: Издательство центр «Академия», 2004. – 304 с.
5. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
6. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
7. Махов, Л.М. Отопление: Учебник для студентов вузов / Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2002.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Старовойрова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил.
9. Шумилов, Р.Н. Проектирование систем вентиляции и отопления: Учебное пособие / Р.Н. Шумилов, Ю.И. Толстова, А.Н. Бояршинова. – М.: Лань, 2014. – 336 с.
10. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы»
11. МДС 41-1.99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре.
12. Карпов, В.Н. Системы отопления многоэтажных зданий. Технические рекомендации по проектированию / В.Н. Карпов. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2010. – 107с.
13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. III. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил.
14. Беккер, А. Система вентиляции / А. Беккер.; перевод снем. – М.: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
15. Богословский, В.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов / В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1970. – 246 с.
16. Хрусталева, Б.М. Теплоснабжение и вентиляция / Б.М. Хрусталева, Ю.Я. Кувшинов, В.М. Копко и др. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 783 с.
17. Каменев, П.Н. Вентиляция. Учебное пособие / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 616 с.
18. СП 41-102-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб»
19. Богословский, В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский – М.: Стройиздат, 1979.
20. Малявина, Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие / Е.Г. Малявина. – 2-е изд., испр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. – 144 с.
21. СТО НП «АВОК» 2.1-2008 «Стандарт АВОК. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.»

22. Зеликов, В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. Тепловой и воздушный баланс зданий / В.В. Зеликов. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 620 с.
23. ГОСТ 30494-2011- «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении.»
24. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»
25. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
26. ГОСТ 16337-2022 «Полиэтилен высокого давления. Технические условия»
27. ГОСТ 14918-2020 «Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 – аэродинамический расчет системы ПВ1.

| № уч. | Расход (м ³ /ч), L | Длина участка (м), l | Размеры сечений воздуховодов | | | Скорость расчетная (м/с), V _{рас} | Коэффициент сопротивления трению, λ | Потери давления на трение | | Динамическое давление (Па), P _{дин} | Тип местного сопротивления | Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ | Потери давления (Па) | |
|-------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|--|--|---|--|-------------------------|----------|
| | | | Тип сечения | Площадь сечения заданная F _{зад} (м ²) | Экв. диаметр (мм), D _э | | | Удельные потери (Па/м), R | С учетом шероховатости (Па), R _{тр} | | | | местные сопротивления Z | суммарно |
| | | | | | | | | | | R | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 130 | 7 | Круглый | 0.064 | 90.00 | 5,68 | 0.02 | 4.32 | 30.24 | 19.44 | 4 Отвода 90° ξ 0.68 Диффузор ξ 1.5 | 2.18 | 42.38 | 72.62 |
| 2 | 190 | 19,2 | Круглый | 0.064 | 90.00 | 8.3 | 0.02 | 9.35 | 179.52 | 42.06 | 2 Отвод 90° ξ 0.34 4 Отвод 45° ξ 0.4 Внезапное расширение ξ 0.8 Внезапное сужение ξ 0.3 Пленум ξ 1.0 Фанкойл ξ 1.0 | 3.84 | 161.51 | 341.03 |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|---------|-------|--------|------|------|------|-------|-------|--------------------------------|-----|-------|-------|--------|
| 3 | 960 | 8,1 | Круглый | 0.491 | 250.00 | 5.44 | 0.02 | 1.45 | 11.74 | 18.07 | Внезапное расширение $\xi 0.8$ | 4.1 | 74.09 | 85.83 | |
| | | | | | | | | | | | Внезапное сужение $\xi 0.3$ | | | | |
| | | | | | | | | | | | Жалюзийная решетка $\xi 3.0$ | | | | |
| Итого | | | | | | | | | | | | | | | 499,48 |

Таблица 2 – аэродинамический расчет системы ПВ2

| № уч. | Расход (м3/ч), L | Длина участка (м), l | Размеры сечений воздуховодов | | | Скорость расчетная (м/с), Vрас | Коэффициент сопротивления трению, λ | Потери давления на трение | | Динамическое давление (Па), Rдин | Тип местного сопротивления | Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ | Потери давления (Па) | |
|-------|------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------|----------|
| | | | Тип сечения | Площадь сечения заданная Fзад (м2) | Экв. диаметр (мм), Dэ | | | Удельные потери (Па/м), R | С учетом шероховатости (Па), Rтр | | | | местные сопротивления Z | суммарно |
| | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| 4 | 120 | 5.4 | Круглый | 0.064 | 90.00 | 5,68 | 0.02 | 3.72 | 20.09 | 16.76 | 4 Отвода 90° $\xi 0.68$ 2 Отвода 45° $\xi 0.2$ Диффузор $\xi 1.5$ | 2.38 | 39.89 | 59.98 |

Окончание таблицы 2

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|---------|-------|--------|------|------|------|--------|-------|-------------------------------|------|--------|--------|-------|
| 5 | 190 | 17,6 | Круглый | 0.064 | 90.00 | 8.3 | 0.02 | 9.35 | 164.56 | 42.06 | 2 Отвод 90° ξ 0.34 | 4.41 | 185.48 | 350.04 | |
| | | | | | | | | | | | 4 Отвод 45° ξ 0.4 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Внезапное расширение ξ 0.8 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Внезапное сужение ξ 0.3 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Пленум ξ 1.0 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Фанкойл ξ 1.0 | | | | |
| 6 | 960 | 6.2 | Круглый | 0,491 | 250.00 | 5.44 | 0.02 | 1.45 | 5.58 | 18.07 | Внезапное расширение ξ 0.8 | 4.1 | 74.09 | 83.08 | |
| | | | | | | | | | | | Внезапное сужение ξ 0.3 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Жалюзийная решетка ξ 3.0 | | | | |
| | Итого | | | | | | | | | | | | | | 493.1 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 3 – аэродинамический расчет системы ВЕ

| Этаж | №уч-ка | L, м ³ /ч | l, м | v, м/с | d, мм | R, Па/м | Rl, Па | мест сопр | Rд, Па | Z, Па | Rl+Z, Па |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------|--------|---------|---------|--------|-----------|--------|--------|----------|
| 11 | 1(спут) | 120 | 3,3 | 1,33 | 100x250 | 0,24 | 0,79 | 1,54 | 1,1 | 11,7 | 12,5 |
| | 11 | 1200 | 4,0 | 1,11 | 500x600 | 0,035 | 0,14 | 2,1 | 0,8 | 1,6 | 1,8 |
| | Pp=4,1 Па. Устанавливаем вентилятор | | | | | | | | | Итого: | 14,3 |
| 6 | 1(спут) | 120 | 3,3 | 1,33 | 100x250 | 0,24 | 0,79 | 1,54 | 1,1 | 11,7 | 12,5 |
| | 6 | 600 | 3,3 | 0,56 | 500x600 | 0,009 | 0,03 | 0,45 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| | 7 | 720 | 3,3 | 0,67 | 500x600 | 0,014 | 0,05 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| | 8 | 840 | 3,3 | 0,78 | 500x600 | 0,017 | 0,06 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| | 9 | 960 | 3,3 | 0,89 | 500x600 | 0,02 | 0,07 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,4 |
| | 10 | 1080 | 3,3 | 1,00 | 500x600 | 0,025 | 0,08 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,5 |
| | 11 | 1200 | 4,0 | 1,11 | 500x600 | 0,035 | 0,14 | 2,1 | 0,8 | 1,6 | 1,8 |
| Pp=13,3 Па. Устанавливаем вентилятор | | | | | | | | | Итого: | 15,7 | |
| 5 | 1(спут) | 120 | 3,3 | 1,33 | 100x250 | 0,24 | 0,79 | 1,54 | 1,1 | 11,7 | 12,5 |
| | 5 | 480 | 3,3 | 0,44 | 500x600 | 0,006 | 0,02 | 0,45 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | 6 | 600 | 3,3 | 0,56 | 500x600 | 0,009 | 0,03 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| | 7 | 720 | 3,3 | 0,67 | 500x600 | 0,014 | 0,05 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| | 8 | 840 | 3,3 | 0,78 | 500x600 | 0,017 | 0,06 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,3 |
| | 9 | 960 | 3,3 | 0,89 | 500x600 | 0,02 | 0,07 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| | 10 | 1080 | 3,3 | 1,00 | 500x600 | 0,025 | 0,08 | 0,75 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| | 11 | 1200 | 4,0 | 1,11 | 500x600 | 0,035 | 0,14 | 2,1 | 0,8 | 1,6 | 1,8 |
| Pp=15,1 Па. | | | | | | | | | Итого: | 16,0 | |

Окончание таблицы 3

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------|-----|------|---------|-------|------|------|-----|------|--------|
| 4 | 1(спут) | 120 | 3,3 | 1,33 | 100x250 | 0,24 | 0,79 | 1,54 | 1,1 | 11,7 | 12,5 |
| | 4 | 360 | 3,3 | 0,33 | 500x600 | 0,004 | 0,01 | 0,5 | 0,1 | 0,04 | 0,05 |
| | 5 | 480 | 3,3 | 0,44 | 500x600 | 0,006 | 0,02 | 0,45 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | 6 | 600 | 3,3 | 0,56 | 500x600 | 0,009 | 0,03 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| | 7 | 720 | 3,3 | 0,67 | 500x600 | 0,014 | 0,05 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| | 8 | 840 | 3,3 | 0,78 | 500x600 | 0,017 | 0,06 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,3 |
| | 9 | 960 | 3,3 | 0,89 | 500x600 | 0,02 | 0,07 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| | 10 | 1080 | 3,3 | 1,00 | 500x600 | 0,025 | 0,08 | 0,75 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| | 11 | 1200 | 4,0 | 1,11 | 500x600 | 0,035 | 0,14 | 2,1 | 0,8 | 1,6 | 1,8 |
| | Pp=16,9 | | | | | | | | | | Итого: |

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

| Лист | Наименование | Примечание |
|------|--|------------|
| 1 | Общие данные | |
| 2 | Типовой этаж, вид сбоку, аксонометрия | |
| 3 | Магистраль, расположение отопительных приборов, поквартирный шкаф управления, ИТП | |
| 4 | Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением, подключения фанкойла, приточных клапанов, ПВЗ и камер статического давления | |
| 5 | Технологическая карта по устройству воздуховодов в здании | |

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

| Обозначение | Наименование | Примечание |
|-----------------|---|------------|
| | Ссылочные документы | |
| Revit Autodesk | Программа 3D моделирования | |
| Valtek | Программа расчета теплопотерь и гидравлического расчета | |
| ООО "Ридан" | Каталог оборудования | |
| Vauberg | Каталог оборудования | |
| MDV | Каталог оборудования | |
| ГОСТ 30494-2011 | «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении» | |
| ГОСТ 16337-2022 | «Полиэтилен высокого давления. Технические условия» | |
| ГОСТ 16337-2022 | «Прокат листовой горячеоцинкованной. Технические условия» | |
| | Прилагаемые документы | |
| | Расчетно-пояснительная записка | |

Технико-экономические показатели

| № | Наименование | Ед. изм. | Количество |
|---|-----------------------------------|----------|------------|
| 1 | Этажность | - | 14 |
| 2 | Строительный объем | м³ | 31 353,3 |
| 3 | Общая площадь | м² | 633,4 |
| 4 | Расчетное количество мест (всего) | мест | 216 |

Характеристика вентиляционных систем

| Вид системы | Обозначение систем | Кол. систем | Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования) | Тип установки | Вентилятор | | | | | Электродвигатель | | Фильтр | | | | Воздухонагреватель | | | | Фанкойл-добавочник | | | | Примечание | | | | | |
|-------------|--------------------|-------------|---|-------------------------|--------------------------|---|------------------|-----------|---------|------------------|-----------|--------------------------------|--------|-----------|-----|--------------------|-------------|-------|---------------------|--------------------|----------|--------------|-------|------------|------|---------------------|------------------|--------------|--------|
| | | | | | Тип исп. по взрывозащите | № | Схема исполнения | Положения | L, м³/ч | P, Па | n, об/мин | Тип исполнения по взрывозащите | N, кВт | n, об/мин | Тип | Класс | Кол. | P, Па | Концентрация, мг/м³ | Начальная | Конечная | Наименование | Тип | | Кол. | Температура нагрева | Расход тепла, Вт | Наименование | Тип |
| | P1 | 12 | № гостиницы (1-5) | KOMFORT EC DBE 2000 S21 | | | | 960 | 499,5 | | 0,66 | Карманный | G4 | 1 | | | Эл. нагрев. | | 1 | | | 15876,4 | MDKT3 | 300F | 5 | | | | 3169,2 |
| | B1 | 12 | № гостиницы (1-5) | KOMFORT EC DBE 2000 S21 | | | | 960 | 493,1 | | 0,66 | Карманный | G4 | 1 | | | Эл. нагрев. | | 1 | | | 15876,4 | MDKT3 | 300F | 5 | | | | 3169,2 |
| | P2 | 12 | № гостиницы (5-9) | KOMFORT EC DBE 2000 S21 | | | | 760 | 453,4 | | 0,49 | Карманный | G4 | 1 | | | Эл. нагрев. | | 1 | | | 13792,4 | MDKT3 | 300F | 4 | | | | 2535,4 |
| | B2 | 12 | № гостиницы (5-9) | KOMFORT EC DBE 2000 S21 | | | | 760 | 413,2 | | 0,49 | Карманный | G4 | 1 | | | Эл. нагрев. | | 1 | | | 13792,4 | MDKT3 | 300F | 4 | | | | 2535,4 |
| | BE | 9 | № гостиницы | Ducto Plus | | | | 120 | 17,0 | | 0,02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ДП1 | 1 | Шахты лифтов | KBOP-K-10 | | | | 41500 | 140,0 | | 4,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ДП2 | 1 | ЛК типа H2 | KBOP-K-5 | | | | 13500 | 190,0 | | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ДВ | 1 | Коридор | VSDV-DU | | | | 14500 | 700,0 | | 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Общие данные

Данная выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии СП 60.13330.2020 "Отопление, вентиляция и кондиционирование".
 Основные параметры наружного воздуха приняты в соответствии с требованиями СП 131.13330.2020 "Строительная климатология":
 Температура наиболее холодной пятидневки: -37°С
 Продолжительность отопительного периода: 234 суток
 Средняя температура воздуха за отопительный период: -6,5 °С
 Расчетная температура воздуха в теплый период: +25,1°С
 Параметры внутреннего воздуха в помещениях приняты согласно действующих норм.
 Источник теплоснабжения ТЭЦ.
 Температурный параметр теплосетей:
 в зимний период: 150/70°С;
 в летний период: 70/40°С.

Отопление

Теплоносителем является вода, с параметрами 80-60°С
 Трубопроводы приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном ГОСТ Р 52134-2003
 Система отопления принята вертикальная двухтрубная система с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов выбраны радиаторы-конвекторы PURMO Compact с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном. Трубопроводы отопления приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном. Удаление воздуха происходит через автоматический воздухоотводчик. Общие теплопотери 102 280 Вт. Общие потери давления 6800 Па.

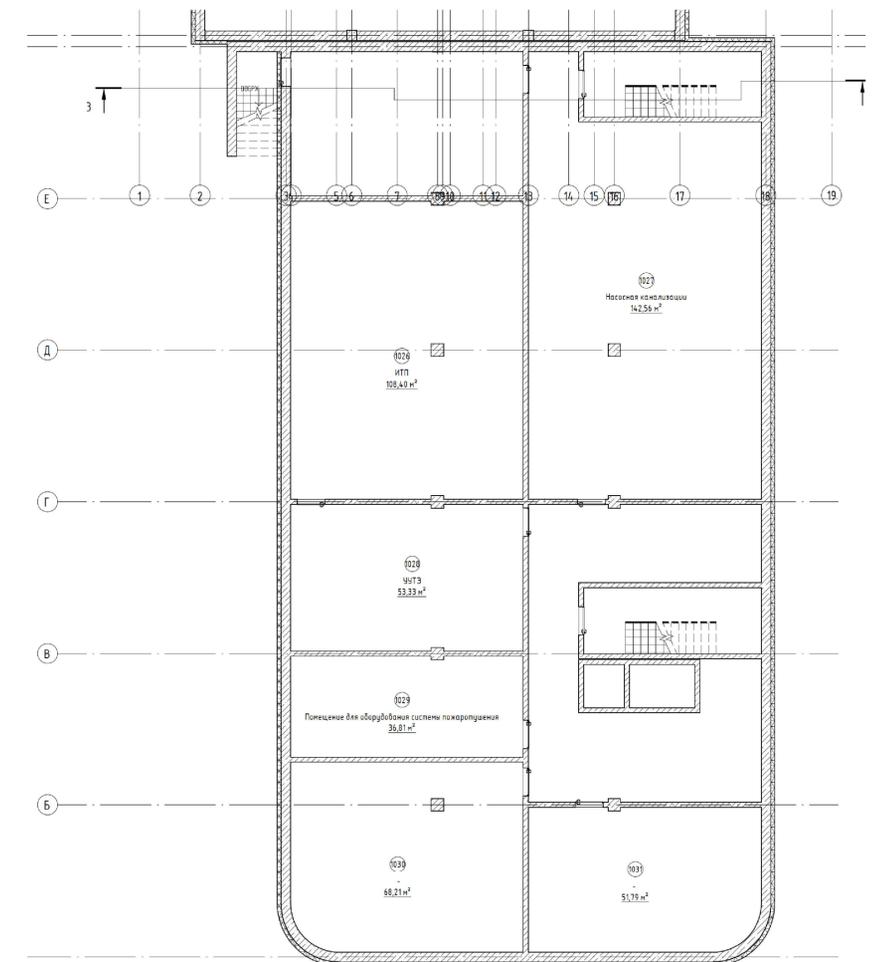
Вентиляция

Основная задача систем вентиляции — подача в помещения наружного свежего воздуха для разбавления и замещения загрязненного, создание оптимальных условий микроклимата помещения.
 В данной работе предусмотрены: система приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением, кондиционирование, система дымоудаления. Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности. Система естественной вентиляции выполнена из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-2020. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI120.
 Система с механическим побуждением представляет собой 2 приточно-вытяжных установок с рециркуляцией тепла на каждом этаже, подающими воздух к 5 и к 4 номерам соответственно. Наружный воздух в приточной установке очищается от пыли и нагревается до температуры +14С и по системе воздуховодов подается в каждый номер, чем обеспечивается дежурный режим вентиляции. Для доведения параметров помещения до оптимальных значений каждый номер оборудован четырехкратным фанкойлом-добавочником. Фанкойл одновременно подключен к источнику охлажденной (чиллер) и горячей воды (система отопления), что позволяет подогревать воздух, не используя чиллер. Фанкойл доводит воздух до оптимальных параметров, после чего подает его по помещениям номера с помощью диффузоров выхлопного типа. Диффузоры устанавливаются под потолком с непосредственным подключением воздуховода. Их монтаж осуществляется с помощью присоединительного парупьика, который крепится к воздуховоду. Герметичность соединения обеспечивается резиновым уплотнителем. Подогрев воздуха осуществляется по системе теплоснабжения вентиляции, а охлаждение — за счет холодильной машины — чиллера с воздушным охлаждением конденсатора, в количестве 5 установок, производительностью 82 кВт каждая. Установки соединены параллельно в один модуль, расположенный на крыше здания. Системы теплоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха выполнены из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном. Трубопроводы теплоизолированы.
 На случай ремонтных работ приточных установок или фанкойлов в здании предусмотрена естественная вентиляция. Удаление воздуха происходит из санузла номера. Воздуховоды естественной вытяжной вентиляции расположены в нишах вдоль коридоров гостиницы. Для корректной работы вытяжной вентиляции с 5-го этажа устанавливаются осевые вентиляторы, создающие необходимое давление для удаления воздуха. Приток свежего воздуха происходит за счет приточных клапанов, установленных под подоконной доской. Всего в номере установлено 4 приточных клапана производительностью 30м³/ч.
 На случай пожара предусмотрена противодымная вентиляция для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека. Удаление газов происходит из коридоров через нормально закрытые клапаны дымоудаления. Выброс дыма осуществляет радиальный вентилятор дымоудаления, расположенный на крыше здания. Подача воздуха происходит в шахты лифтов и незадымляемую лестничную клетку типа H2.
 Воздуховоды вентиляции с механическим побуждением выполнены из полиэтилена высокой плотности.
 Монтаж систем отопления и вентиляции вести согласно СП 73.13330.2016 "Внутренние санитарно-технические системы зданий".

Основные показатели по рабочим чертежам марки ОВ

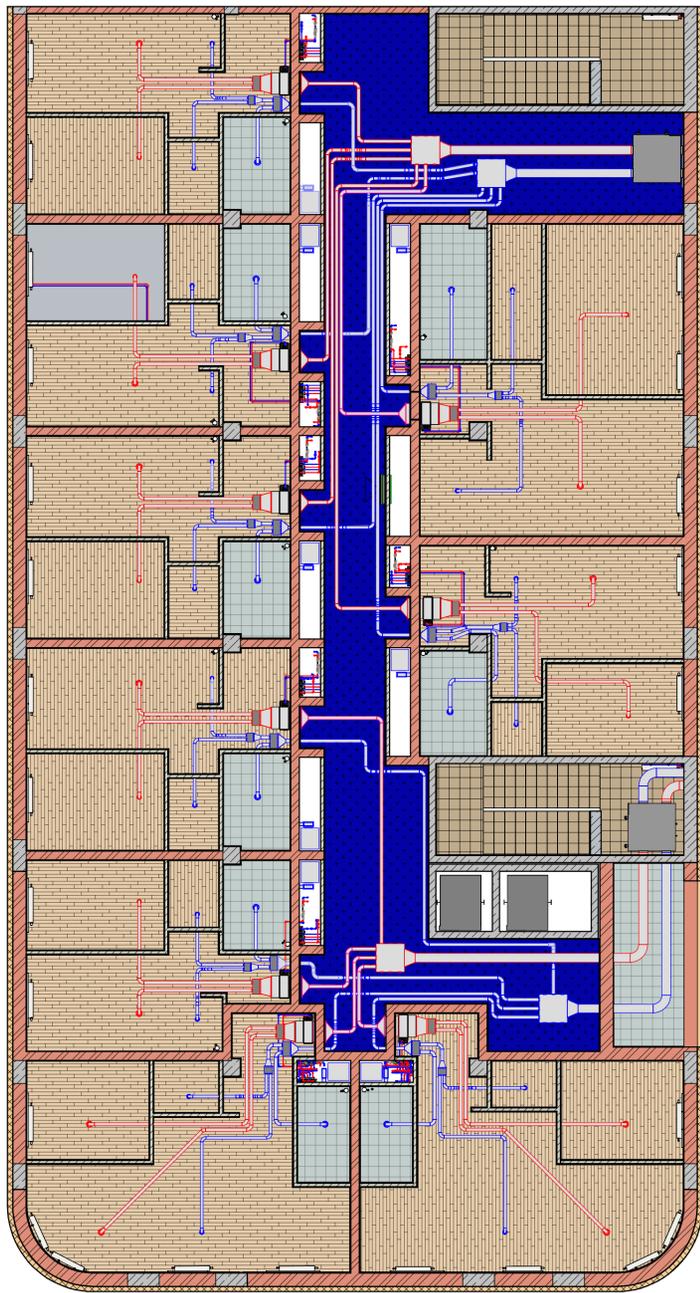
| Наименование здания (сооружения) | Площадь м², Объем м³ | Периоды года при Тн, °С | Расход теплоты, Вт | | | | Удельный расход теплоты, Вт/м² | Установленная мощность электроотопителя, кВт |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------|--------------------------|--------|--------------------------------|--|
| | | | на отопление | на вентиляцию | на горячее водоснабжение | общий | | |
| Гостиница | 633,4 | -37 | 246570 | 68 454 | — | 315024 | 497,35 | — |

План-схема

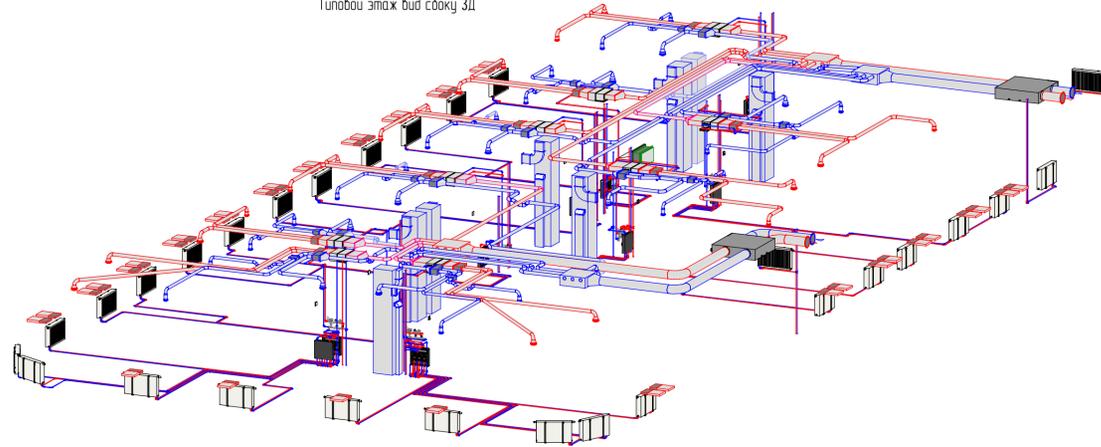


| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|-------------|-----------|---------|------|---|--|--|--|--------|------|--------|
| БР-08.03.0131-08 | | | | | | | | | | | | |
| ИСИ СФУ | | | | | | | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | № док | Подпись | Дата | Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ | | | | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Проверил | Зав. кафедр | Матюшенко | | | Общие данные | | | | БР | 1 | ИСЗС |
| Н.контр. | Паулюков | | | | | | | | | | | |

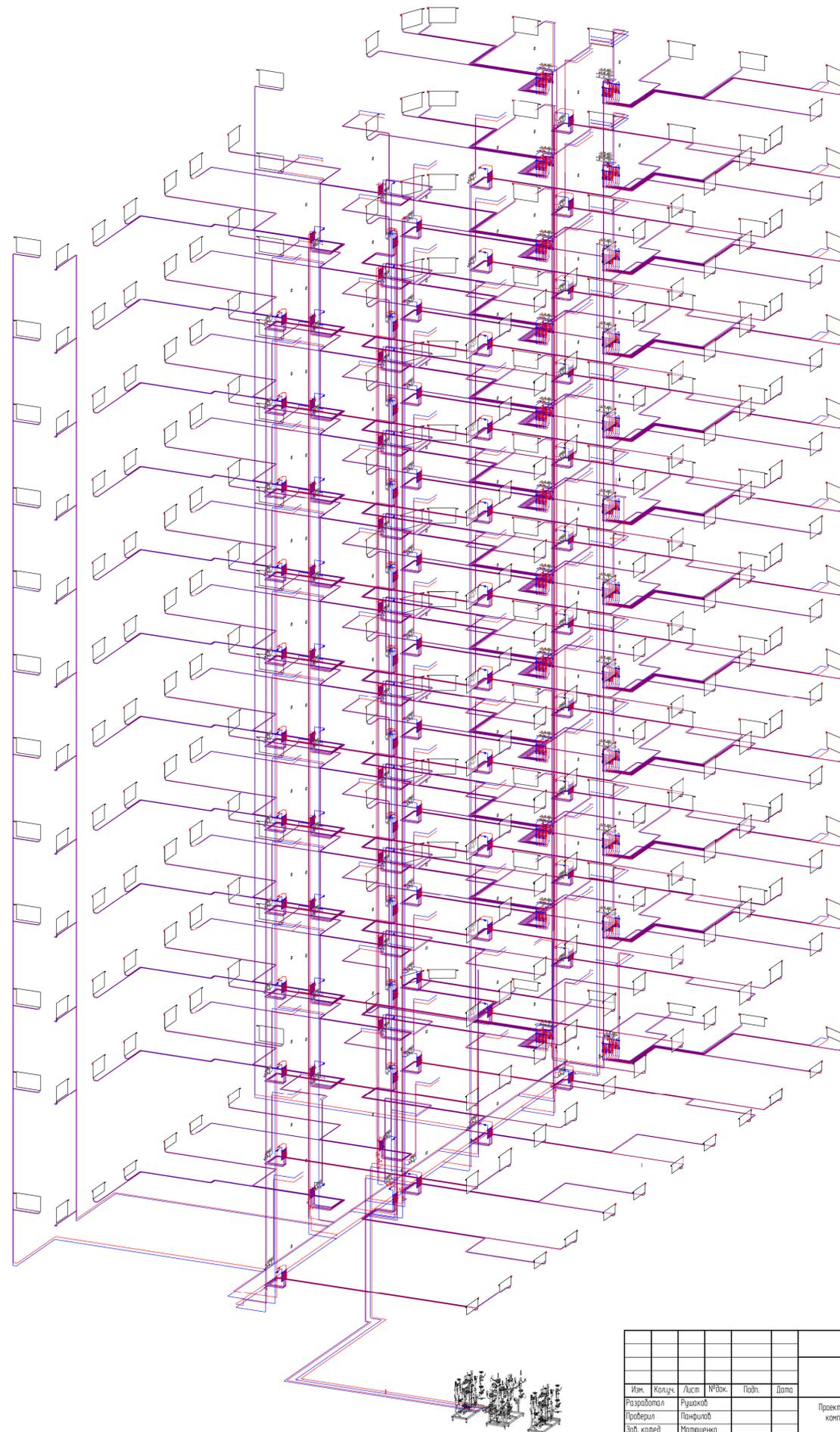
Тиловоу этаж



Тиловоу этаж вид сбоку 3D



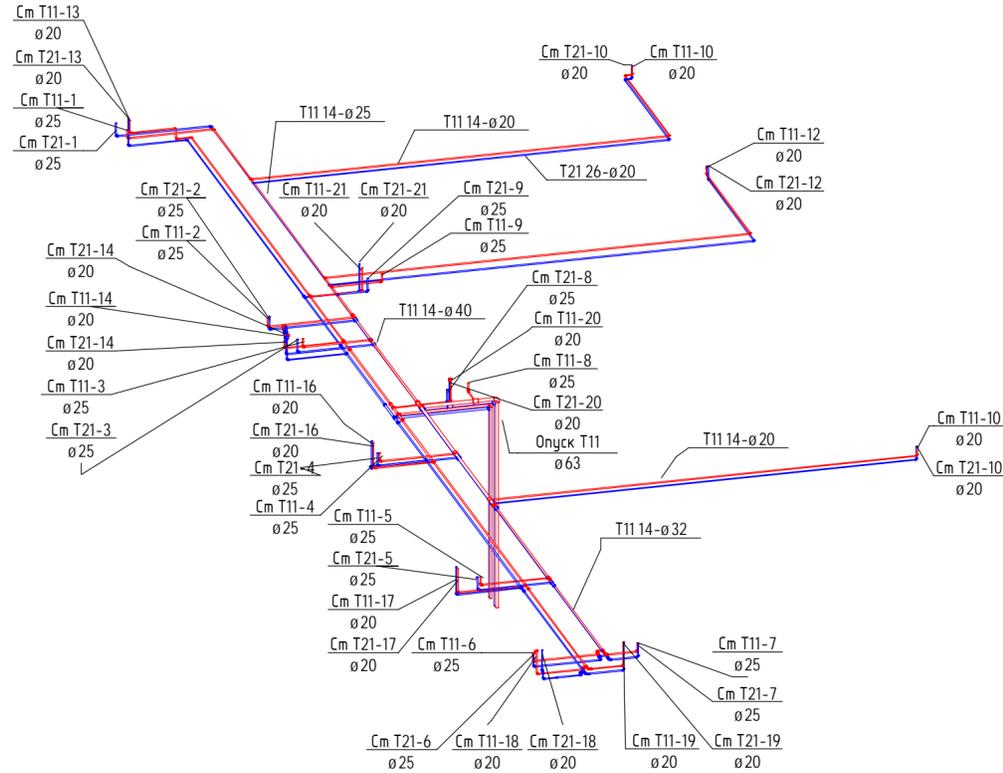
Аксонетрическая схема



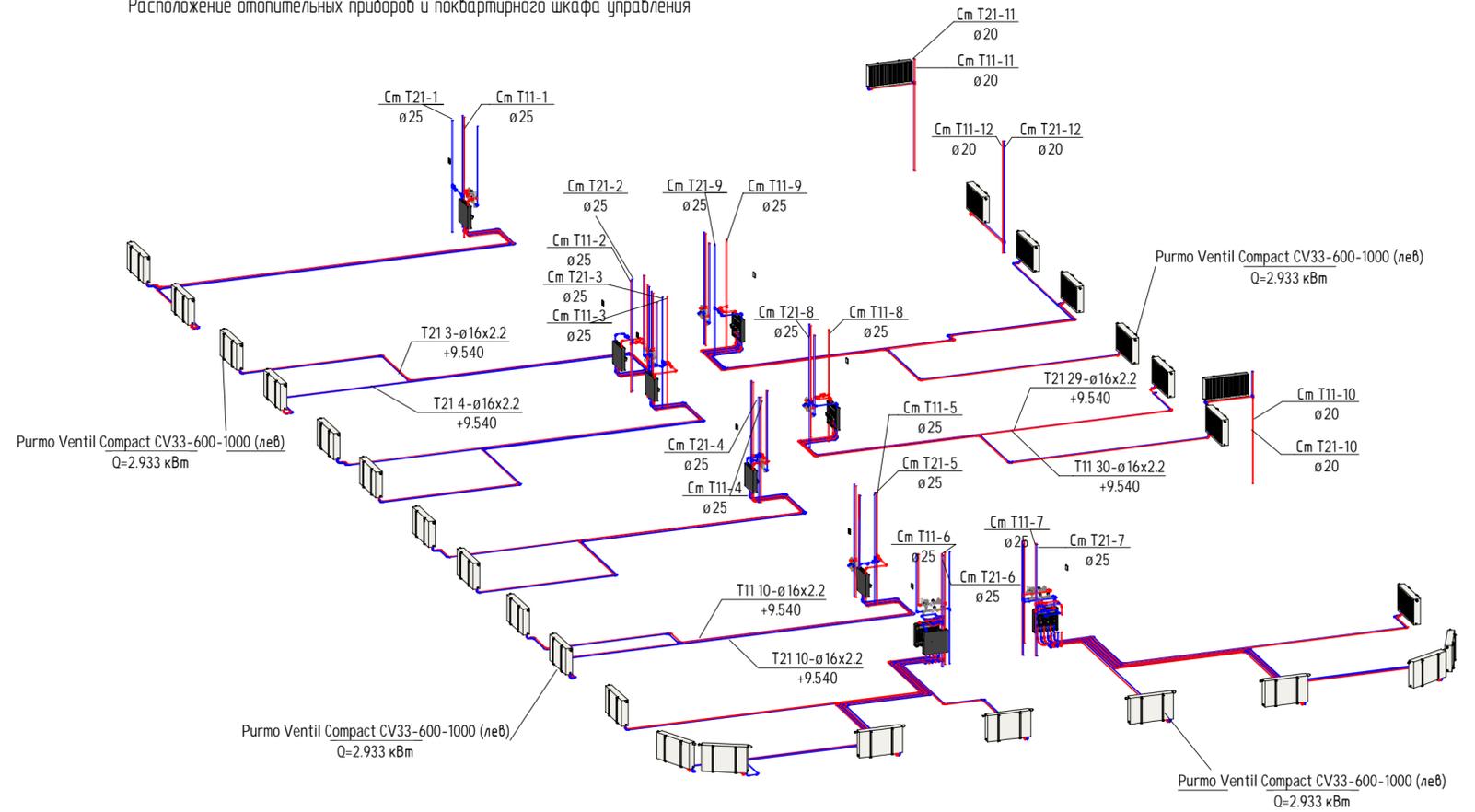
| |
|---------------|
| Составлено |
| Проверено |
| Изд. № мод. |
| Изд. № докум. |
| Изд. № листа |

| | | | | | |
|--|-----------|------|--------|-------|------|
| БР-08.03.01.31 - 08 | | | | | |
| ИСИ СФУ | | | | | |
| Изм. | Колуч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
| Разработал | Рущилов | | | | |
| Проверил | Молоченко | | | | |
| Заб. кафедр | | | | | |
| Проектирование газопитно-опорного комплекса класса "А" в г. Красноярске с применением BIM. | | | | Стр. | Лист |
| Тиловоу этаж вид сбоку аксонетрия | | | | БР | 2 |
| Н. Копр | | | | ИСЭС | |
| Формат А1А | | | | | |

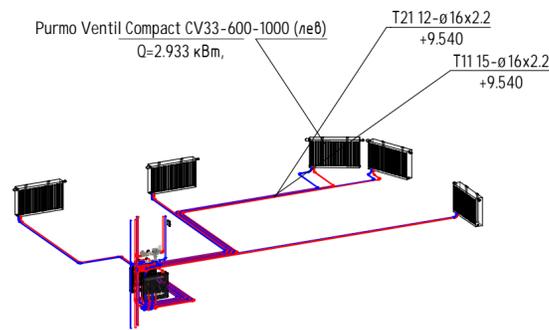
Расположение магистрального трубопровода для отопления и для теплоснабжения фанкойлов



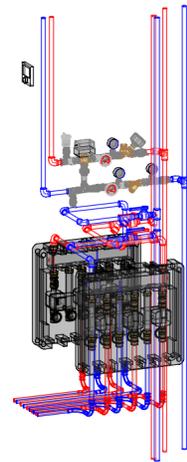
Расположение отопительных приборов и поквартирного шкафа управления



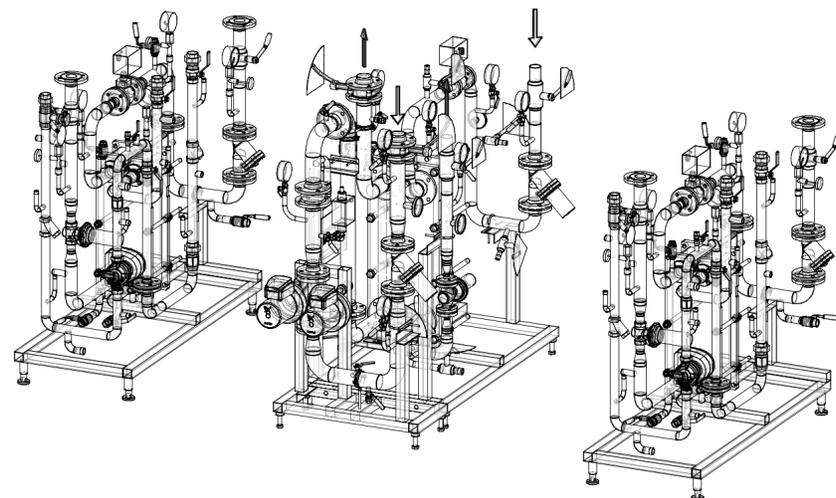
Разводка труб внутри номера



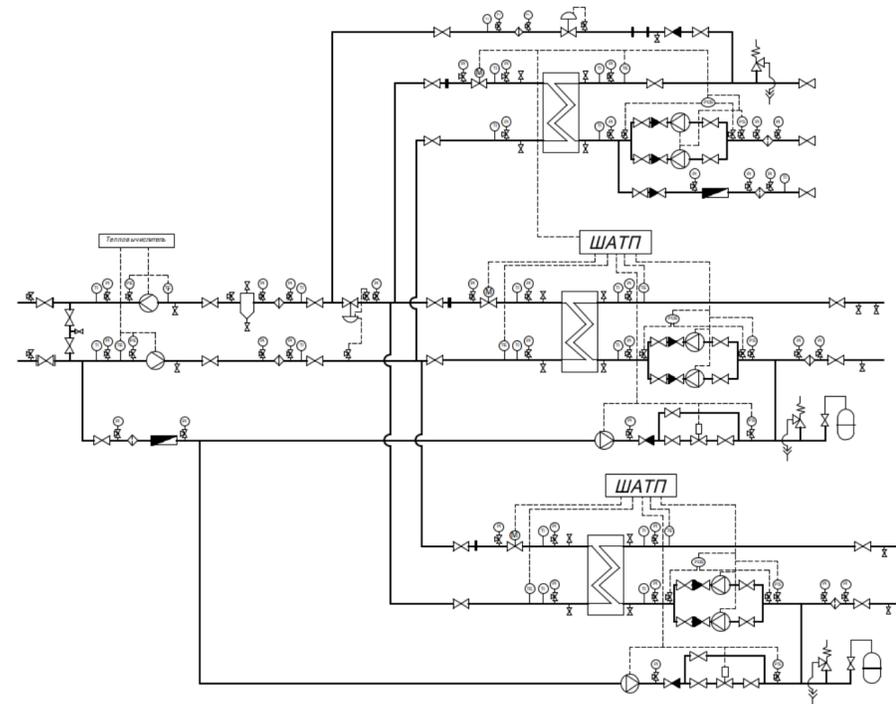
Поквартирный шкаф управления и обвязка для фанкойла



Индивидуальный тепловой пункт

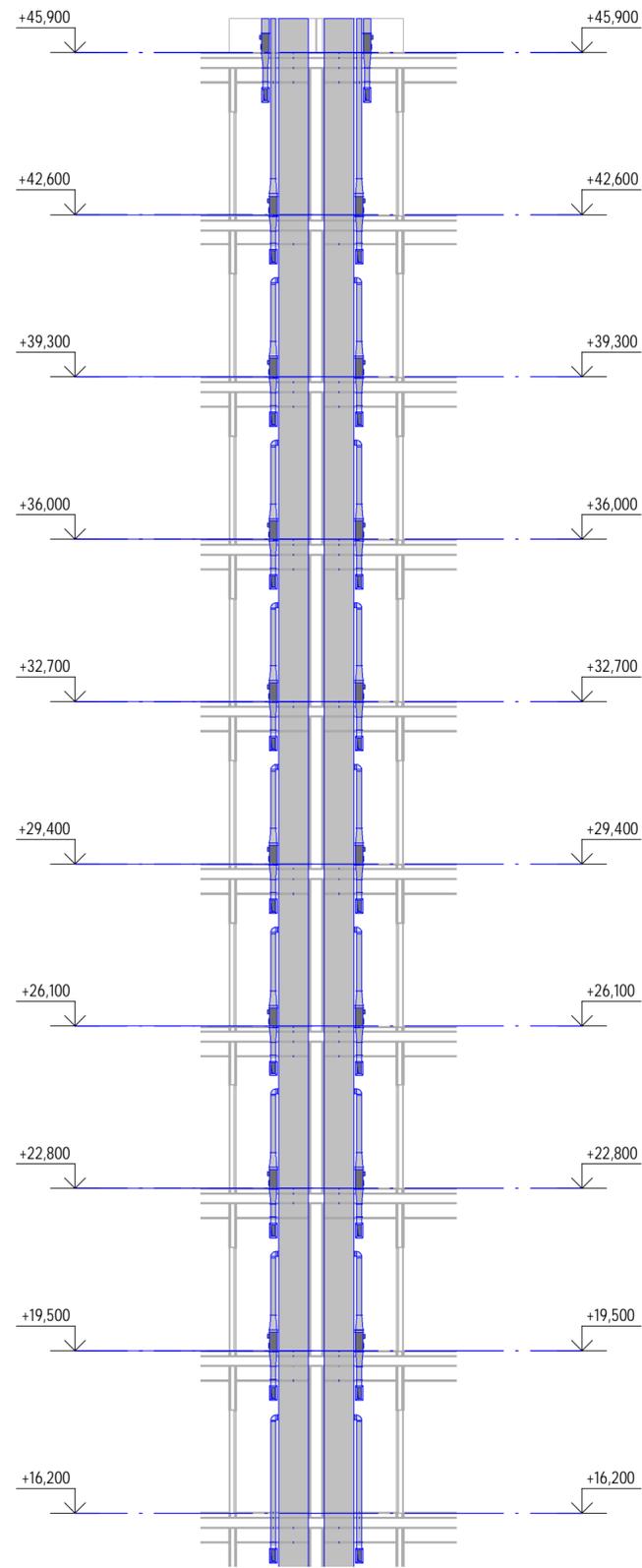


Принципиальная схема ИТП

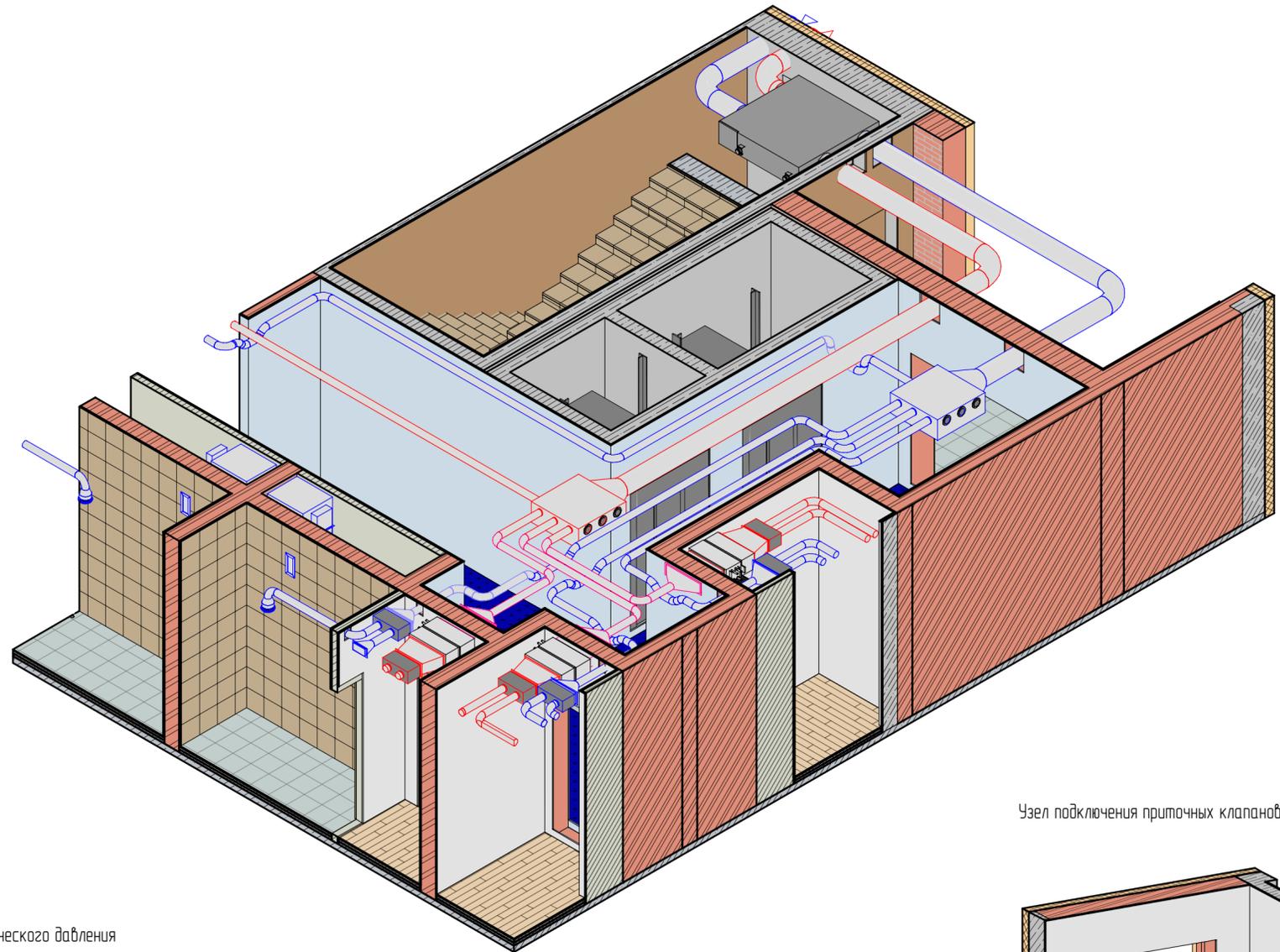


| | | | | | | | |
|--|-----------|------|--------|-------|--------|-------|--------|
| БР-08.03.01.31 - 0В | | | | | | | |
| ИСИ СФУ | | | | | | | |
| Изм. | Колуч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |
| Разработал | Рушакоб | | | | | | |
| Проверил | Панфилов | | | | | | |
| Заф. кафедр. | Матюшенко | | | | | | |
| Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ. | | | | | Стадия | Лист | Листов |
| Магистраль, расположение отопительных приборов, поквартирный шкаф управления, ИТП | | | | | БР | 3 | |
| Н. Контрл. | Панфилов | | | | | ИСЗиС | |

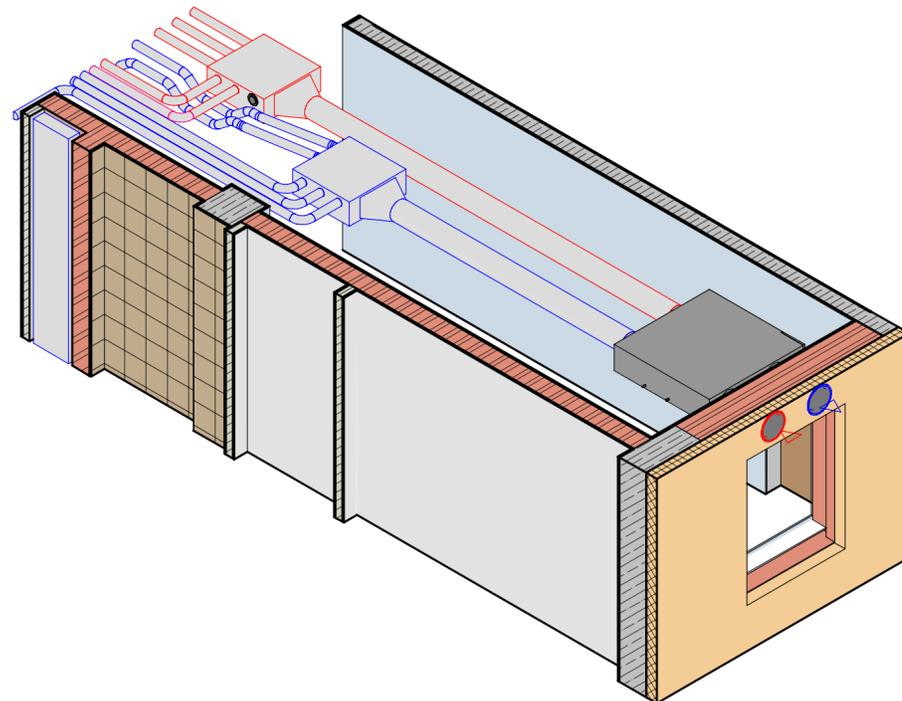
Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением (1 : 100)



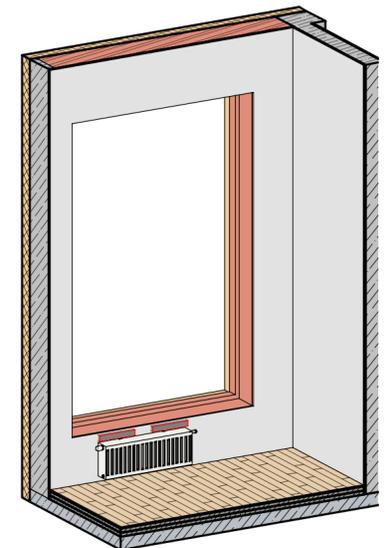
Узел подключения фанкойла



Узел подключения ПВХ и камер статического давления



Узел подключения приточных клапанов



| | |
|--------------|--|
| Создано | |
| Согласовано | |
| Изм. | |
| Колуч. | |
| Лист | |
| № док. | |
| Подп. | |
| Дата | |
| Изм. № подл. | |
| Взак. инд. № | |
| Подп. и дата | |

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|------|--------|-------|------|--|--------|------|--------|
| | | | | | | БР-08.03.01.31 - 0В | | | |
| | | | | | | ИСИ СФУ | | | |
| Изм. | Колуч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ. | Стадия | Лист | Листов |
| Разработал | Рушакоб | | | | | | БР | 4 | |
| Проверил | Панфилов | | | | | | | | |
| Заф. кафедр | Матюшенко | | | | | Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением, подключения фанкойла, приточных клапанов, ПВХ и камер статического давления | ИСЗиС | | |
| Н. Контр. | Панфилов | | | | | | | | |

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-Строительный институт

Кафедра: инженерные системы зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись инициалы, фамилия

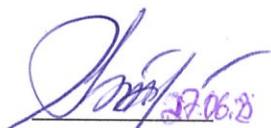
«24» 06 2023 г.

Выпускная квалификационная работа

Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г.
Красноярске с применением ТИМ

08.03.01 «Техническая эксплуатация объектов ЖКХ» Строительство

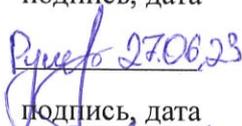
Руководитель


подпись, дата

доцент, к. т. н.

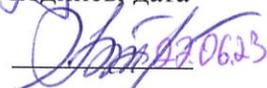
Панфилов В. И.

Выпускник


подпись, дата

Рушаков Д. С.

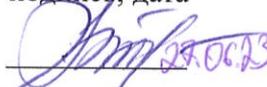
Рецензент


подпись, дата

доцент, к. т. н.

Панфилов В. И.

Нормоконтролер


подпись, дата

доцент, к. т. н.

Панфилов В. И.

Красноярск 2023