

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)
Центр «Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности))
Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему г. о. Краснодар. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети

Студент М.С. Моргунов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)
Руководитель канд. техн. наук, Е.В. Чиркова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)
Консультант М.А. Веселова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Аннотация

Разработан проект индивидуального жилого дома в г.о. Краснодар.

В бакалаврской работе выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплопотери.

Запроектирована система отопления, которая рассчитана на возмещение теплопотерь и поддержания заданной температуры в помещениях. Произведен гидравлический расчет. Увязка ответвлений, расчёт отопительных приборов.

Подобрано оборудование котельной.

Рассчитана система вентиляции помещений санитарных узлов, котельной, кухни.

Предусмотрен водопровод для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды, система холодного водоснабжения тупиковая.

Запроектирована бытовая канализация для отвода сточных вод самотеком в городскую канализацию.

Разработан проект производства работ по монтажу системы приточной вентиляции.

Проект выполнен на основании утвержденного задания и архитектурно-строительных чертежей.

Содержание

Введение	5
1 Исходные данные для проектирования	6
1.1 Параметры наружного воздуха.....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3 Архитектурно-планировочное описание здания	6
2 Тепловая защита здания	7
2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.	7
2.2 Тепловые потери помещений	7
3 Водоснабжение и водоотведение.	8
3.1 Горячее водоснабжение.....	8
3.2 Холодное водоснабжение.....	13
3.3 Канализация	16
4 Отопление	19
4.1 Гидравлический расчет системы отопления	19
4.2 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	21
4.3 Подбор насоса.....	22
5 Вентиляция	23
5.1 Расчёт теплопотерь и теплопоступлений. Тепловой баланс	23
5.2 Расчёт воздухообмена.....	24
5.3 Конструирование и расчёт систем вентиляции	26
5.4 Расчёт и подбор оборудования	32
6 Подбор оборудования котельной	36
7 Расчёт внутренней сети газоснабжения.....	38
8 Организация монтажных работ	39
9 Автоматизация системы	40
10 Безопасность и экологичность технического объекта	41

10.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	41
10.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
10.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	42
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Расчёт тепловых потерь помещений	48
Приложение Б Расчёт водоснабжения и водоотведения.....	53
Приложение В Гидравлический расчёт системы отопления и расчёт отопительных приборов	61
Приложение Г Теплопоступления от солнечной радиации и аэродинамические расчёты систем вентиляции.....	68
Приложение Д Гидравлический расчёт внутреннего газопровода.....	73
Приложение Е Организация монтажных работ	74

Введение

Большинство людей устают от постоянного городского шума и повседневной суеты. Неудобства и ограниченность личного пространства не могут быть компенсированы бытовым комфортом. Это побуждает горожан всё сильнее задуматься о переезде за город, для полноценного обустройства своей жизни, среди красивых ландшафтов природы. К тому же, в наше время, с развитием транспортных возможностей и доступностью различных средств связи, можно осуществить эту задачу, не теряя связь с цивилизацией.

Большое количество организаций, доступность различных проектов, как типовых, так и индивидуальных, разнообразие материалов, различных по цене, даёт возможность человеку, опираясь на своё финансовое положение выбирать именно наиболее подходящее решение. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что коттеджная застройка и строительство индивидуальных жилых домов стало достаточно популярным и продолжает набирать популярность.

Цель: создание благоприятного микроклимата в помещениях и поддержание требуемых условий для комфортной жизнедеятельности человека. Для достижения этой цели потребуется выполнить ряд следующих задач:

- теплотехнический расчёт ограждающих конструкций;
- проектирование и расчёт инженерных систем;
- проектирование и расчёт системы отопления;
- проектирование и расчёт системы вентиляции;
- подбор котельного агрегата;
- проектирование и расчёт системы внутреннего газопровода;
- организация монтажных работ;
- автоматизация системы котла.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха для холодного периода года для города Краснодар определяются по [1]:

1. «средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92»: $t_n = -16^\circ\text{C}$;

3. «средняя температура наружного воздуха в отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха $< 8^\circ\text{C}$: $t_{от} = 2,5^\circ\text{C}$;

4. «продолжительность отопительного периода»: $z_{от} = 145 \text{сут.}$;

Зона влажности района строительства: нормальная.

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Температура внутреннего воздуха определяются по [2]:

Жилые помещения 20

Кухня 20

Туалет 20

Ванная, совмещённый санузел 24

Помещения для отдыха 20

Холл 18

Гардероб 18

1.3 Архитектурно-планировочное описание здания

Проектируемое здание – двухэтажный жилой дом, расположенный в городе Краснодар. Фасад здания расположен на юг. Общая площадь здания 1037 м^2 , Жилая площадь $204,2 \text{ м}^2$. Высота этажа 3 м. Имеется подвал высотой 2,8 м и чердак. Источник теплоснабжения – газовый котёл, расположенный в подвале здания.

2 Тепловая защита здания

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.

Ограждающие конструкции выполнены из керамического кирпича, в качестве утеплителя пенополистирол. Перекрытия выполнены из монолитной железобетонной плиты, в качестве утеплителя гравий керамзитовый.

Расчёт выполнен в соответствии [3]. Результаты расчёта внесены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций.

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут,сл}$, м	Толщина ограждающей конструкции δ , м	Приведенное сопротивление теплопередачи $R_0^{пр}$, $(\text{м}^2 \cdot \square)/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \square)$
Наружная стена	0,05	0,69	2,3	0,43
Чердачное перекрытие	0,05	0,385	3,16	0,32
Перекрытие подвала	0,24	0,513	2,58	0,39
Окно	Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла обычного		0,35	2,86
Наружная жверь	Одинарный тамбур		0,6	1,67

2.2 Тепловые потери помещений

Расчёт теплотерь здания выполняется по [4].

Наименования ограждений:

НС – наружная стена;

ПТ – потолок;

О – окно;

ДВ – стеклянная дверь;

ПЛ – пол;

НД – наружная входная дверь.

Результаты расчёта приведены в таблице А.1 (прил. А).

3 Водоснабжение и водоотведение.

Системы внутреннего водоснабжения и водоотведения для комфортной жизнедеятельности человека должны обеспечить подачу воды в необходимом количестве, требуемом качестве и под нужным давлением.

3.1 Горячее водоснабжение

3.1.1 Определение расчётных расходов воды и теплоты

Расчёт выполняется в соответствии с [5].

Количество жителей

$$U = \frac{F}{f}, \quad (1)$$
$$U = \frac{204,2}{12} = 17 \text{ чел}$$

где F —жилая площадь в здании, м^2

f —санитарная норма в м^2 на 1 человека, принимается 12 м^2 .

Общее число приборов в здании:

$N=12$ шт.

в том числе

—Умывальник бшт.

—Мойка кухонная 1шт.

—Ванна со смесителем 3шт.

—Душевая кабина 2шт.

Применим к расчету прибор с наибольшим расходом:

—Ванна со смесителем:

$$q_0^h = 0,2 \text{ л/с};$$

q_0^h —секундный расход горячей воды одним прибором;

$$q_{0.\text{hr}}^h = 200 \text{ л/ч}$$

$q_{0.hr}^h$ – часовой расход воды прибором;

$$q_{hr.u}^h = 8,5 \text{ л/ч}$$

$q_{hr.u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления;

$$q_{m.u}^h = 85 \text{ л/сут}$$

$q_{m.u}^h$ – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления

2. Максимальный секундный расход горячей воды:

$$Q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,449 = 0,449 \text{ л/с}, \quad (2)$$

α —коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N

на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

$$P = U \cdot \frac{q_{hr,u}^h}{3600 \cdot q_0^h \cdot N} = 17 \cdot \frac{8,5}{3600 \cdot 0,2 \cdot 12} = 0,017, \quad (3)$$

Где U – число потребителей

N – число приборов в здании.

$$\alpha = f(NP) = f(12 \cdot 0,017) = f(0,204) = 0,449, \quad (4)$$

3. Максимальный часовой расход горячей воды.

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0.hr}^h \cdot \alpha_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,826 = 0,826 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5)$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot q_0^h \cdot P_{hr}}{q_{0.hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,2 \cdot 0,017}{200} = 0,061, \quad (6)$$

$$\alpha_{hr} = f(NP_{hr}) = f(12 \cdot 0,061) = f(0,732) = 0,826. \quad (7)$$

4. Средний суточный расход горячей воды:

$$q_u = \frac{q_u^h \cdot U}{1000} = \frac{85 \cdot 17}{1000} = 1,445 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (8)$$

5. Средний часовой расход теплоты

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (60 - t_c) + Q^{ht} \quad (9)$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,06 \cdot (60 - 5) \cdot 1,1 = 4,21,$$

где t^c – температура холодной сетевой воды, °С;

Q^{ht} – теплопотери в системе горячего водоснабжения, кВт (принимаем равными 10%)

q_T^h - средний часовой расход горячей воды, м³/час, определяется по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u}{24} = \frac{1,445}{24} = 0,06 \text{ м}^3/\text{час}. \quad (10)$$

6. Максимальный часовой расход теплоты.

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (60 - t_c) + Q^{ht}, \quad (11)$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,826 \cdot 65 \cdot 1,1 = 68,5 \text{ кВт}.$$

3.1.2 Гидравлический расчет подающих трубопроводов

Целью гидравлического расчёта является определение требуемых диаметров труб и определние потерь давления в трубопроводах. Минимальная скорость движения воды $v_{min} = 0,7 \frac{м}{с}$, максимальная скорость движения $v_{max} = 1,5 \frac{м}{с}$.

Результаты расчёта приведены в таблице Б.1.

3.1.3 Определение потерь теплоты в трубопроводах

Теплопотери определяются для всех участков с учетом их расположения и изоляции.

Расчет выполняем опираюся на среднюю температуру воды в системе ГВС, °С, определяемой по формуле:

$$t_{\Gamma}^{cp} = \frac{(t_n + t_k)}{2} = \frac{65 + 50}{2} = 62,5^\circ\text{C}, \quad (12)$$

где t_n - температура горячей воды в начале системы;

t_k - температура у самой дальней точки системы.

Потери теплоты для каждого расчетного участка, Вт, находим по формуле:

$$\Delta Q = \pi d_n l k (t_{\Gamma}^{cp} - t_{окр}) (1 - \eta), \quad (13)$$

где « d_n - наружный диаметр трубопровода, мм;

l - длина участка, м;

k - коэффициент теплопередачи, Вт/м²°С;

η - КПД для изолированных – 0,6-0,8.

$t_{\text{окр}}$ - температура окружающей воздуха помещения».

Расчет потерь теплоты подающими теплопроводами приведен в таблице Б.2.

3.1.4 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Исходя из рассчитанных тепловых потерь в трубопроводах определяем требуемый циркуляционный расход воды в системе горячего водоснабжения q^{cir} , кг/ч:

$$q^{cir} = \frac{0,86 \cdot \sum Q^{ht}}{\Delta t} = \frac{0,86 \cdot 4475}{5} = 770 \text{ кг/ч}, \quad (14)$$

Где $\sum Q^{ht}$ – суммарные потери теплоты по всей системе, Вт;

Δt – разность температур горячей воды в начале системы и в самой дальней точке, °С, рассчитывается по формуле:

$$\Delta t = t_H - t_K.$$

Циркуляционные расходы воды на участках магистрали состоит из циркуляционных расходов стояков, которые расположены по ходу движения воды и распределяются по всем участкам магистрали и стоякам пропорционально потерям теплоты в них.

Стояк 1

$$q_{\text{ст1}}^{cir} = q^{cir} \cdot \frac{Q_{\text{см1}}^{ht}}{Q_{\text{см3}}^{ht} + Q_{\text{см2}}^{ht} + Q_9^{ht} + Q_{\text{см1}}^{ht}} = 770 \cdot \frac{2564}{139 + 129 + 939 + 2564} = 523 \text{ кг/ч}$$

Участок 9

$$q_9^{cir} = q^{cir} - q_{\text{ст1}}^{cir} = 770 - 523 = 247 \text{ кг/ч}$$

Стояк 2

$$q_{\text{см2}}^{cir} = q_9^{cir} \cdot \frac{Q_{\text{ст2}}^{ht}}{Q_{\text{см3}}^{ht} + Q_{\text{см2}}^{ht}} = q_{\text{см2}}^{cir} = 247 \cdot \frac{129}{138 + 129} = 119 \text{ кг/ч}$$

Стояк3

$$q_{\text{см3}}^{cir} = q_9^{cir} - q_{\text{см2}}^{cir} = 247 - 119 = 128 \text{ кг/ч}$$

Результат расчёта приведен в таблице Б.3.

3.1.5 Подбор насоса

Требуемый напор насоса:

$$H_{\text{тр}} = \Delta H_{\text{п}} + \Delta H_{\text{вп}} + H_{\text{св}} + \Delta H_{\text{г}} + \Delta H_{\text{сч}}, \quad (15)$$

Где $\Delta H_{\text{п}}$ - потери напора в подающем трубопроводе $\Delta H_{\text{п}} = 3,9$ м;

$\Delta H_{\text{вп}}$ - потери напора в водоподогревателе $\Delta H_{\text{вп}} = 10$ м;

$H_{\text{св}}$ – свободный напор. Для ванны со смесителем $H_{\text{св}}=3$ м;

$\Delta H_{\text{г}}$ - геометрическая высота подъема воды: расстояние по вертикали от ввода водопровода до верхнего водоразборного прибора:

$$\Delta H_{\text{г}} = 7 \text{ м}$$

$\Delta H_{\text{сч}}$ - потери напора в счётчиках расхода воды: $\Delta H_{\text{сч}} = 1$ м.

$$H_{\text{тр}} = 3,9 + 10 + 3 + 7 + 1 = 24,9 \text{ м,}$$

$$Q = 770 \text{ кг/ч} = 0,77 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Подобран циркуляционно повысительный насос Grundfos CME 1-3 A-R-A-E-AQQE U-A-D-N-98394764 с характеристиками:

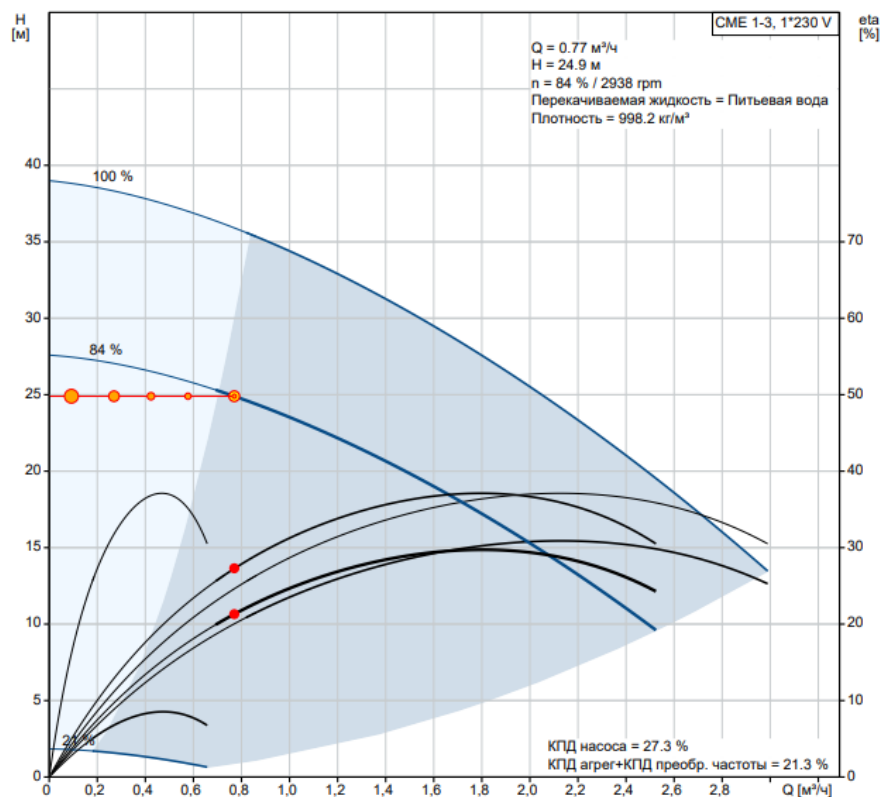


Рисунок 1 – Характеристика насоса системы горячего водоснабжения

3.2 Холодное водоснабжение

Расчёт выполняется в соответствии с [5].

Количество жителей :

$$U = 17 \text{ чел.}$$

Общее число приборов в здании:

$$N=18 \text{ шт.}$$

в том числе

—Умывальник бшт.

—Мойка кухонная 1шт.

—Ванна со смесителем 3шт.

—Душевая кабина 2шт.

— Унитаз со смывным бачком бшт.

Используем в расчёте прибор с наибольшим расходом:

—Ванна со смесителем:

$$q_0^c = 0,2 \text{ л/с};$$

q_0^c —секундный расход воды одним прибором;

$$q_{0.hr}^c = 200 \text{ л/с}$$

$q_{0.hr}^c$ —часовой расход воды прибором;

$$q_{hr.u}^c = 8,5 \text{ л/ч}$$

$q_{hr.u}^c$ —норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления;

$$q_{m.u}^c = 85 \text{ л/сут}$$

$q_{m.u}^c$ —норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления

Максимальный секундный расход воды:

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,448 = 0,447 \text{ л/с}, \quad (16)$$

α —коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N

на расчетном участке сети и вероятности их действия Р.

$$P = U \cdot \frac{q_{hr,u}^c}{3600 \cdot q_0^c \cdot N} = 17 \cdot \frac{8,5}{3600 \cdot 0,2 \cdot 18} = 0,011, \quad (17)$$

Где U – число потребителей

N – число приборов в здании.

$$\alpha = f(NP) = f(18 \cdot 0,011) = f(0,198) = 0,447. \quad (18)$$

3.2.2 Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения

Используя расчётные расходы воды, для каждого участка подбираются диаметры и определяются потери напора. Выбирая при этом рекомендованные скорости движения воды в трубопроводе, равные 0,9 -1,2 м/с,

Результат расчёта приведём на таблице Б.4

3.2.3 Определение требуемого напора и подбор оборудования

Подбираем счётчик $d=25$ мм, $S=5,18$ м³/(л/с).

$$h_{сч} = S \cdot (q_c)^2 = 5,18 \cdot (0,45)^2 = 1\text{м}, \quad (19)$$

Определяем требуемый напор.

$$H_{тр} = H_{г} + H_{св} + h_{сч} + \sum H = 6,9 + 3 + 1 + 5,9 = 16,8 \text{ м}, \quad (20)$$

$H_{г}$ - геометрическая высота от присоединения трубопровода к наружной сети до верхней точки водоразборного прибора, м;

$H_{св}$ - свободный напор, для ванны со смесителем 3м;

$h_{сч}$ - потери напора в счётчике, м;

$\sum H$ - сумма потерь напора, м.

Требуемый напор $H_{тр} = 16,8$ м больше гарантированного напора $H_{гар} = 20$ м.

3.3 Канализация

3.3.1 Расчёт расходов

Расчёт выполняется в соответствии с [5].

Количество жителей

$U = 17$ чел.

Общее число приборов в здании:

$N=18$ шт.

в том числе

—Умывальник бшт.

—Мойка кухонная 1шт.

—Ванна со смесителем 3шт.

—Душевая кабина 2шт.

— Унитаз со смывным бачком 6шт.

Применим к расчету прибор с наибольшим расходом:

—Унитаз со смывным бачком:

Секундный и часовой расход воды одним прибором:

$$q_0 = 300 \frac{\text{л}}{\text{с}} \left(0,3 \frac{\text{л}}{\text{с}}\right)$$

Норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления:

$$q_{hr.u} = 15,6 \text{ л/ч}$$

Норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления:

$$q_{m.u} = 250 \text{ л/сут}$$

1. Секундный расход воды в здании:

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha + q_0^s = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,495 + 1,6 = 2,34 \text{ л/с}, \quad (21)$$

q_0^s - расход стоков, л/с, для унитаза $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$;

α —коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P .

$$P = U \cdot \frac{q_{hr.u}}{3600 \cdot q_0 \cdot N} = 17 \cdot \frac{15,6}{3600 \cdot 0,3 \cdot 18} = 0,014, \quad (22)$$

где U – число потребителей

N – число приборов в здании.

$$\alpha = f(NP) = f(18 \cdot 0,014) = f(0,252) = 0,495. \quad (23)$$

2. Максимальный часовой расход воды.

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0.hr} \cdot \alpha_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,916 = 1,374 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (24)$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot q_0 \cdot P}{q_{0.hr}} = \frac{3600 \cdot 0,3 \cdot 0,014}{300} = 0,05, \quad (25)$$

$$\alpha_{hr} = f(NP_{hr}) = f(18 \cdot 0,05) = f(0,9) = 0,916, \quad (26)$$

3. Средний суточный расход воды:

$$Q_u = \frac{q_{m.u} \cdot U}{1000} = \frac{250 \cdot 17}{1000} = 4,25 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (27)$$

3.3.2 Гидравлический расчёт

Гидравлический расчёт выполняется для определения диаметров труб и требуемых уклонов труб. Уклоны на магистральных участках определяются при условии что,

$$V \geq 0,7 \text{ м/с}, 0,3 \leq h/d \leq 0,6, V \sqrt{h/d} \geq 0,5.$$

Результаты расчёта приведены в таблице Б.5.

3.3.3 Определение отметок начала стояков и глубины заложения выпуска

Глубина заложения выпуска:

$$H_{\text{вып}} = H_{\text{пром}} - 0,3 = 0,8 - 0,3 = 0,5 \text{ м.} \quad (28)$$

$H_{\text{пром}}$ - глубина промерзания почвы.

Определение отметок начала стояков рассчитывается по формуле:

$$h = i \cdot l, \quad (29)$$

$$h_{\text{ст1}} = 0,018 \cdot 7,1 = 0,128 \text{ м};$$

$$h_{\text{ст2}} = 0,018 \cdot 7,5 = 0,135 \text{ м}$$

$$h_{\text{ст3}} = 0,018 \cdot 8,2 = 0,148 \text{ м}$$

4 Отопление

Система отопления используется для передачи тепла в здании для поддержания требуемых температур.

4.1 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет производится с целью определить диаметр трубопроводов и произвести увязку параллельных участков.

Вычисляют расход воды $G_{\text{уч}}$:

$$G_{\text{уч}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{уч}}}{c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{об}})} \beta_1 \beta_2, \quad (30)$$

где $Q_{\text{уч}}$ - тепловые нагрузки, Вт;

c – теплоемкость воды, кДж/кг·°С;

$c=4,187$ кДж/кг·°С;

β_1 - коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, равный 1,04;

β_2 - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отапливаемыми приборами у наружных ограждений, равный 1,02;

Определяется расчетное циркуляционное давление, Па:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{н}} + 0,4 \cdot \Delta p_{\text{е}}, \quad (31)$$

где $\Delta p_{\text{н}}$ - циркуляционное давление насоса, Па:

$$\Delta p_{\text{н}} = \sum l_{\text{оцк}}, \quad (32)$$

где $\sum l_{\text{оцк}}$ - общая длина последовательно соединенных участков главного циркуляционного кольца, м;

$\Delta p_{\text{е}}$ - естественное циркуляционное давление, Па:

$$\Delta p_{\text{е}} = \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}}), \quad (33)$$

где β - среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°С.

При разности $t_r - t_o = 25$ °C, $\beta = 0,64$.

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,9 \cdot 0,65 \cdot \Delta p_p}{\Sigma l_{\text{оцк}}}, \quad (34)$$

По вычисленным расходам и средним потерям подбираем диаметры труб для основного циркуляционного кольца. Далее устанавливаем фактическое сопротивление R и соответствующую скорость v .

Затем необходимо определить все коэффициенты местных сопротивлений. Их требуется определить для каждого участка по [6, таб.9]. Так же определяем потери давления в местных сопротивлениях по [6, таб.П.3].

Определяем общие потери давления в расчетном кольце по формуле:

$$\Delta p_{\text{уч}} = R \cdot l + z. \quad (35)$$

Потери давления в главном циркуляционном кольце необходимо сравнить с располагаемым перепадом давления во всей системе, потери давления первого не должны превышать потери второго.

Для двухтрубных тупиковых систем невязка допустима 15%.

Если увязать стояки изменением диаметров трубопроводов невозможно, на обратные стояки устанавливаются диафрагмы, диаметры которых определяют по формуле:

$$d_d = 3,56 \sqrt[4]{\frac{G_{\text{ст}}^2}{\Delta p_d}}, \quad (36)$$

где $G_{\text{ст}}^2$ - расчётный расход воды в стояке, кг/ч;

Δp_d - давление, которое требуется погасить диафрагмой, Па.

Расчет сведен в таблицу В.1.

4.2 Тепловой расчет нагревательных приборов

Расчет заключается в определении площади нагрева поверхности, обеспечивающей необходимый тепловой поток от теплоносителя в помещение.

Первым пунктом определяется мощность, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} Q_{\text{тр}}, \quad (37)$$

где $Q_{\text{пом}}$ - расчетные теплопотери помещения, Вт;

$\beta_{\text{тр}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи и теплопроводности, полезную для поддержания заданной температуры воздуха в помещении. При открытой прокладке $\beta_{\text{тр}}=0,9$

$Q_{\text{тр}}$ - суммарная теплоотдача труб, которые находятся в помещении, определяется по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}}, \quad (38)$$

где $q_{\text{в}}$ и $q_{\text{г}}$ - удельная теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных труб, Вт/м;

$l_{\text{в}}$ и $l_{\text{г}}$ - длина вертикальных и горизонтальных труб в помещении.

Далее определяется расчетная площадь нагревательных приборов, по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}; \text{ м}^2, \quad (39)$$

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^p, \quad (40)$$

где $q_{\text{ном}}$ - номинальная мощность теплового потока отопительного прибора, Вт/м², при стандартных условиях работы для алюминиевого радиатора RT01-500K равна 250 Вт/м³.

Определяется число секций чугунного радиатора, шт:

$$N = \frac{F_{\text{пр}}}{f} \cdot \frac{\beta_4}{\beta_3}, \quad (41)$$

где f - площадь одной секции, м²;

β_4 - поправочный коэффициент учитывающий способ установки радиатора в помещении;

β_3 - поправочный коэффициент учитывающий число секций в одном радиаторе.

4.3 Подбор насоса

Давление насоса:

$$\Delta p_H = 1,15 \cdot \Delta p_{co} = 1,15 \cdot 25465 = 29,3 \text{ кПа}, \quad (42)$$

Расход насоса:

$$G = 1,1 \cdot G_{co} = 1,1 \cdot 1074 = 1,19 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (43)$$

Подобран насос Grundfos UPS 20-60 N 180 с характеристиками:

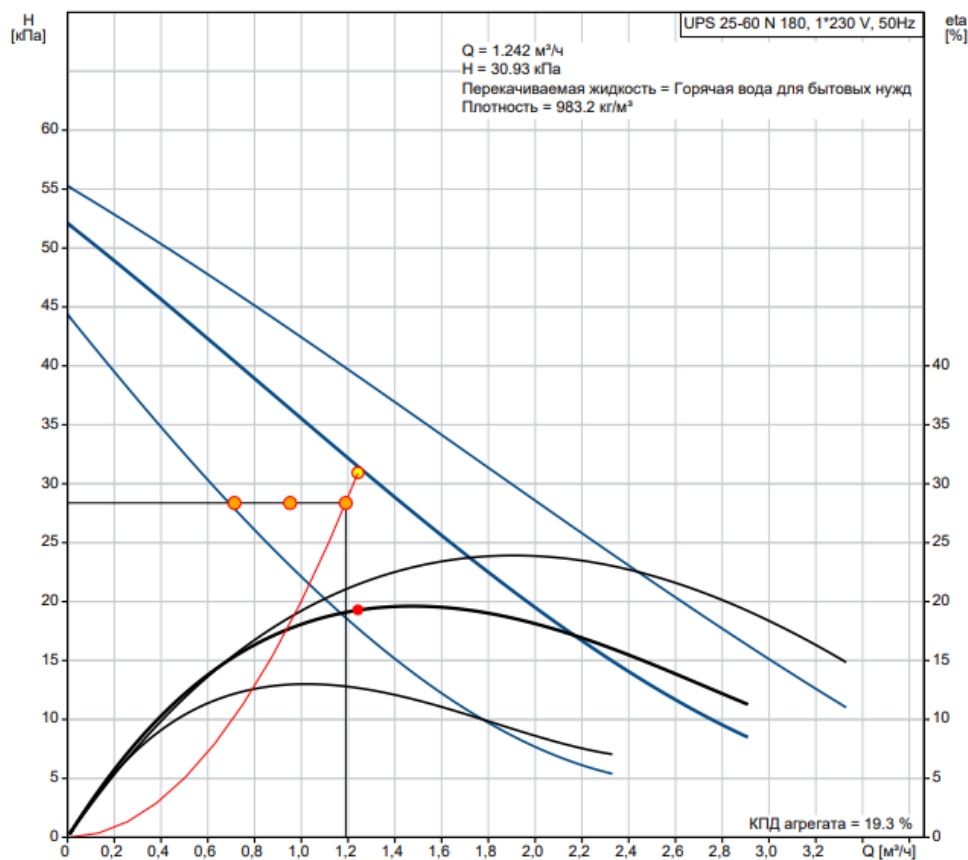


Рисунок 3 – Характеристика насоса системы отопления

5 Вентиляция

5.1 Расчёт теплопотерь и теплопоступлений. Тепловой баланс

5.1.1 Расчёт теплопоступлений.

От людей:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q, \quad (44)$$

где n- количество человек в помещении, n = 17 чел;

q- выделение человеком тепла Вт/чел,

$$Q_{\text{хол}} = 17 \cdot 115,6 = 1965,2 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{тепл}} = 17 \cdot 33,6 = 561 \text{ Вт}$$

От искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (45)$$

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 51,3 \cdot 0,074 \cdot 1 = 759,2 \text{ Вт}$$

От солнечной радиации:

$$Q_{\text{ср}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (46)$$

Результаты расчёта приведены в таблице Г.1.

От системы отопления:

$$Q_{\text{со}} = \frac{\sum Q_{\text{огр}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \cdot (12 - t_{\text{н}}) = \frac{3957}{(18+16)} \cdot (12 + 16) = 3259 \text{ Вт}. \quad (47)$$

5.1.2 Тепловой баланс.

В тёплый период:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{с.р}} + Q_{\text{проч}} = 561 + 6646 + 721 = 7928 \text{ Вт}, \quad (48)$$

В холодный период:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{проч}} - (Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{проч}}) + Q_{\text{с.о}}, \quad (49)$$

$$Q_{\text{вент}} = 1965,2 + 759,2 + 2950 - (3957 + 396) + 3259 = 4580 \text{ Вт}$$

5.2 Расчёт воздухообмена

Данный расчет производится графо-аналитическим способом с помощью I-d диаграммы.

Полное избыточное тепло:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{в}}) \cdot W, \quad (50)$$

где $Q_{\text{я}}$ - избытки явного тепла, Вт;

$t_{\text{в}}$ - температура внутреннего воздуха в помещении;

W - количество влаги, кг/ч, поступающее в помещение от людей:

$$W_{\text{л}} = w \cdot n, \quad (51)$$

где w - количество влаги, выделяемой одним человеком

n - количество людей в помещении

Направление процесса ассимиляции тепла и влаги характеризуется как:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{п}}}{W}, \quad (52)$$

где $Q_{\text{п}}$ - избытки полного тепла в помещении, кДж/кг;

W - влагоизбытки в помещении, кг/ч.

Температура удаляемого воздуха:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в}} + \text{grad } t \cdot (H - 2), \quad (53)$$

Теплый период:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 7928 + (2500 + 1,8 \cdot 31) \cdot 4,1 = 39\,020 \frac{\text{кДж}}{\text{ч}};$$

$$W_{\text{л}} = \frac{240 \cdot 17}{1000} = 4,1 \frac{\text{кг}}{\text{ч}};$$

$$\varepsilon = \frac{39020}{4,1} = 9517 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

$$t_y = 31 + 1 \cdot (2,7 - 2) = 31,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_n = 31 - 2 = 29 \text{ }^\circ\text{C};$$

Так как $\varepsilon > 6000 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, то это означает, что влаговыделения малы, поэтому расчёт выполняется по формуле :

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{1,005 \cdot (t_y - t_n) \cdot 1,2} = \frac{3,6 \cdot 7928}{1,005 \cdot (31,7 - 29) \cdot 1,2} = 8765 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (54)$$

Требуемый воздухообмен:

$$L_{\text{сан.норм.}} = L_{\text{уд}} \cdot n = 80 \cdot 17 = 1360 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}, \quad (55)$$

$$L_{\text{я}} > L_{\text{сан.норм.}}; 8765 \text{ м}^3/\text{ч} > 1360 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Холодный период:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 4580 + (2500 + 1,8 \cdot 18) \cdot 2,3 = 22\,313 \text{ кДж/ч}$$

$$W_{\text{л}} = \frac{134 \cdot 17}{1000} = 2,3 \text{ кг/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{22\,313}{2,3} = 9701 \text{ кДж/кг}$$

$$t_y = 18 + 1 \cdot (2,7 - 2) = 18,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_n = 18 - 2 = 16 \text{ }^\circ\text{C};$$

Так как $\varepsilon > 6000 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, то это означает, что влаговыделения малы, поэтому расчёт выполняется по формуле :

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{1,005 \cdot (t_y - t_n) \cdot 1,2} = \frac{3,6 \cdot 4580}{1,005 \cdot (18,7 - 16) \cdot 1,2} = 5064 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (56)$$

Требуемый воздухообмен:

$$L_{\text{я}} > L_{\text{сан.норм}}; 5064 \text{ м}^3/\text{ч} > 1360 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Если $L^T > L^X$ и в помещении есть окна, то из условий стабильной работы воздухораспределительных устройств расход приточного воздуха в холодный и теплый периоды года, за расчетный принимают L^X . А в теплый период года недостающее количество воздуха будет подаваться за счёт аэрации, с помощью открытых оконных проемов.

5.3 Конструирование и расчёт систем вентиляции

Для данного помещения предусмотрена отдельная система приточно-вытяжной вентиляции.

Запроектирована механическая приточная и механическая вытяжная вентиляция через шахты расположенные в верхней зоне помещения.

5.3.1 Подбор и расчёт воздухораспределительных устройств

Расход через 1 воздухораспределитель:

$$L_0 = \frac{L}{N} = \frac{5064}{4} = 1266 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}, \quad (57)$$

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0} = \frac{1266}{3600 \cdot 0,2} = 1,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad (58)$$

где F_0 – расчетная площадь воздуховода.

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи:

$$v_x = \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_n, \quad (59)$$

где x – дальность струи:

$$x = H - h_{\text{рз}} = 2,7 - 1 = 1,7 \text{ м}. \quad (60)$$

k_c – коэффициент стеснения струи, определяется в зависимости от величины: $\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_0}}$ и соотношения $F = \frac{F_0}{F_n}$ (для компактных струй)

где F_{Π} – площадь поверхности ограждения, расположенной перпендикулярно направлению движения струи в расчете на одну струю.

$$F_{\Pi} = \frac{F_{\text{пола}}}{N} = \frac{50,2}{4} = 12,6 \text{ м}^2, \quad (61)$$

$$F = \frac{F_0}{F_{\Pi}} = \frac{0,13}{12,6} = 0,01 \text{ м}^2, \quad (62)$$

$$\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\Pi}}} = \frac{1,7}{0,7 \cdot \sqrt{12,6}} = 0,28, \quad (63)$$

где m - скоростной коэффициент воздухораспределителя

$$k_c = 1$$

k_B – коэффициент взаимодействия струй, зависит от количества струй и расстояния между ними: $\frac{x}{l}$

где l – расстояние, равное половине расстояния между струями

$$\frac{x}{l} = \frac{1,7}{1,25} = 1,36, \quad (64)$$

$$k_B = 1$$

k_H - коэффициент неизотермичности рассчитывается в зависимости от геометрической характеристики трубы, необходимо узнать соотношение:

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}} > 100, \text{ следовательно } k_0 = 1.$$

Если $14,7 < \frac{H}{\sqrt{F_0}} < 100$, то k_H рассчитывается по справочнику,

если $\frac{H}{\sqrt{F_0}} < 14,7$, то k_H принимается по монограмме.

H определяется по формуле:

$$H \approx 5,45 \frac{mV_0^4 \sqrt{F_0}}{\sqrt{n\Delta t_0}} = 5,45 \cdot \frac{0,9 \cdot 2,7 \cdot \sqrt[4]{0,13}}{\sqrt{0,8 \cdot 2}} = 6,3, \quad (65)$$

где n - температурный коэффициент;

$$\Delta t_0 = |t_B - t_{II}| = 18 - 16 = 2^\circ\text{C}, \quad (66)$$

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}} = \frac{6,3}{\sqrt{0,2}} = 14,8; \quad (67)$$

Следовательно, коэффициент неизотермичности рассчитывается по формуле:

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{1,7}{6,3}\right)^2} = 1, \quad (68)$$

Получаем, что максимальная скорость воздуха на основном участке струи:

$$v_x = \frac{0,9 * 2,7 * \sqrt{0,2}}{1,7} * 1 * 1 * 1 = 0,49 \text{ м/с}. \quad (69)$$

По [10] должно выполняться условие:

$$v_x \leq v_B;$$

v_B -нормируемая подвижность воздуха внутри помещения.

$$0,49 \leq 0,5; \text{—условие выполняется.}$$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне определяется по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \Delta t_0 \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_C k_H}, \quad (70)$$

$$\Delta t_x = \frac{0,8 * 2 * \sqrt{0,2}}{1,7} \cdot \frac{1}{1 * 1} = 0,42^\circ\text{C}.$$

По СП [10, приложение В1] максимальная разность температур не должна быть выше допустимого отклонения равного $1,5^\circ\text{C}$.

5.3.2 Аэродинамический расчёт механических систем

Целью аэродинамического расчёта является подбор диаметров воздухопроводов, побудителей движения воздуха и регулирующих устройств

После построения аксонометрической схемы и проставления на ней расходов, длин и нумерации, рассчитывается действительная скорость воздуха на участках:

$$V = \frac{L}{3600 \cdot F} \frac{м}{с}, \quad (71)$$

где L-расход воздуха на участке, м³/с;

F-площадь поперечного сечения воздухопровода, м²:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ м}^2, \quad (72)$$

Используя справочные таблицы, по скоростям и расходам воздуха определяются диаметры воздухопроводов. Затем определяются потери давления по длине R, Па/м² и динамическое давление P_{дин}, Па.

Далее определяются коэффициенты местных сопротивлений и вычисляется их сумма. Определяют потери на трение по длине участка Rl и потери местные на участке по формуле:

$$Z = \sum \xi P_d, \quad (73)$$

Полные потери давления считаются как сумма всех сопротивлений, Па:

$$Rl + Z, \quad (74)$$

В процессе увязки ответвлений, определяют невязку потерь давления по формуле:

$$\frac{\Delta p_M - \Delta p_{от}}{\Delta p_M} \cdot 100\% \leq 10 - 15\%, \quad (75)$$

Для участков, где невязка более 15% устанавливается диафрагма для уравнивая расчетных потерь давления, коэффициент местного сопротивления которой определяется как:

$$\xi_{\text{д}} = \frac{\Delta p_{\text{м}} - \Delta p_{\text{отв.}}}{P_{\text{дин.}}}, \quad (76)$$

Расчет представлен в таблице 4.

5.3.3 Аэродинамический расчёт естественных систем

Методика расчета естественной вентиляции аналогична механической.

Различие в малых значениях рекомендуемой скорости и заданном значении располагаемого давления.

Расчетной температурой наружного воздуха в расчетах вытяжных систем с естественным побуждением принимают $t_{\text{н}} = +5^{\circ}\text{C}$.

Расчетное гравитационное давление определяют по формуле:

$$\Delta P_{\text{расп}} = hg(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) \quad (77)$$

где h - высота воздушного столба, м

g - ускорение свободного падения, $g=9,81\text{м/с}^2$

$\rho_{\text{н}}, \rho_{\text{в}}$ - плотность наружного воздуха при $t_{\text{н}}=+5^{\circ}\text{C}$ и внутреннего воздуха, кг/м^3 .

В сан узле:

$$\Delta P_{\text{расп}} = 2 \cdot 9,81 \cdot (1,27 - 1,2) = 1,37 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{н}} = \frac{353}{5+273} = 1,27 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{в}} = \frac{353}{20+273} = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

В ванной:

$$\Delta P_{\text{расп}} = 2 \cdot 9,81 \cdot (1,27 - 1,19) = 1,57 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{H}} = \frac{353}{5+273} = 1,27 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{B}} = \frac{353}{24+273} = 1,19 \text{ кг/м}^3.$$

5.4 Расчёт и подбор оборудования

Общий максимальный расход теплоты на вентиляцию:

$$Q_B = 0,278 \cdot G \cdot c_B \cdot (t_K - t_H), \quad (78)$$

где G – расход воздуха, кг/ч;

c_B - удельная массовая теплоемкость воздуха, $c_B=1$ кДж/(кг·°С)

$$Q_B=0,278 \cdot 5064 \cdot 1 \cdot (18 - (-16))=47\ 864 \text{ Вт}$$

Площадь живого сечения калориферной установки по воздуху, m^2 :

$$f_1 = \frac{G}{3600 \cdot (v\rho)} = \frac{5064}{3600 \cdot 8} = 0,176 \quad (79)$$

где $v\rho$ -массовая скорость воздуха в калорифере, принимаемая равной 8 м/с.

Подбираем калорифер по по[8]:

КСк-3-6-02 1шт

$$f_{ж.с.}=0,267 \text{ м}^2;$$

$$f_{ж.с.по \text{ теплоносителю}}=0,000846 \text{ м}^2;$$

Площадь поверхности нагрева:

$$F=13,26 \text{ м}^2$$

Определяем действительную массовую скорость воздуха в живом сечении калориферов:

$$v\rho = \frac{G}{3600 \cdot f_{ж.с.} \cdot m} = \frac{5064}{3600 \cdot 0,267 \cdot 1} = 5,26 \text{ кг/ м}^2 \cdot \text{с}; \quad (80)$$

где m - количество калориферов, установленных параллельно по воздуху.

Количество воды, проходящей через каждый калорифер:

$$W = \frac{0,86 \cdot Q}{1000(T_1 - T_2)n} = \frac{0,86 \cdot 47864}{1000 \cdot (95 - 70) \cdot 1} = 1,64 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (81)$$

где n- число калориферов, соединённых параллельно по воде.

Скорость воды в трубках калорифера:

$$w = \frac{W}{3600 \cdot f_{\text{ж.с.по теплонос.}}} = \frac{1,64}{3600 \cdot 0,000846} = 0,54 \text{ м/с}; \quad (82)$$

Коэффициент теплопередачи по[8]:

$$k = 52,68 \text{ Вт/м}^2\text{°С};$$

Требуемая площадь нагрева калориферов:

$$F_{\text{треб.}} = \frac{Q}{k \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} \right)} = \frac{47864}{52,68 \cdot \left(\frac{95 + 70}{2} - \frac{-16 + 18}{2} \right)} = 11,1 \quad (83)$$

Запас требуемой площади поверхности нагрева (10-20%)

$$\frac{F_{\text{д}} - F_{\text{треб.}}}{F_{\text{д}}} \cdot 100\% = \frac{13,26 - 11,1}{13,26} = 16,3\% \quad (84)$$

Потери давления в калорифере:

$$p_{\text{кал.}} = 1,92 * v_{\rho}^{1.72} = 1,92 * 5,26^{1.72} = 33,4 \text{ Па}$$

Подбор решёток:

Определяем необходимую площадь живого сечения воздухозаборных решеток и утепленных клапанов:

$$F_{\text{реш}} = \frac{L}{3600 \cdot V} = \frac{5064}{3600 \cdot 4} = 0,35 \text{ м}^2, \quad (85)$$

где V- допустимая скорость, принимается 4 м/с;

L- расход приточного воздуха.

По площади живого сечения в каталогах производителей подбираем подходящую воздухозаборную решетку. В данной работе подобрана алюминиевая решетка фирмы АРН маркой АРН-С-250х350.

Параметры:

- размер: 950x800 мм;
- толщина: 45 мм;
- угол наклона заслонок: 35°.

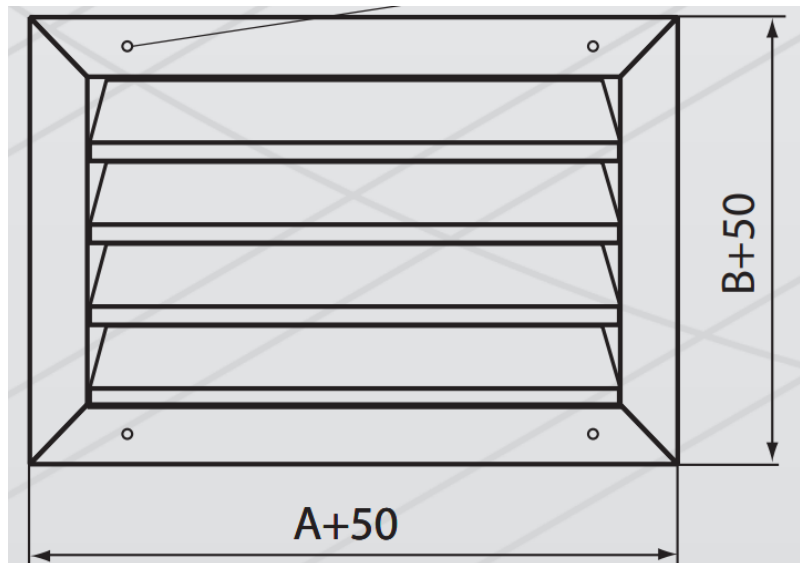


Рисунок 5 – схема решетки

Количество воздухозаборных решеток:

$$n = \frac{F_{\text{реш}}}{f_{\text{ж.с.}}} = \frac{0,35}{0,36} = 1 \text{ шт}, \quad (86)$$

где $f_{\text{ж.с.}}$ - площадь живого сечения одной решетки.

Скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных

$$v_{\text{дейст}} = \frac{L}{3600 \cdot f_p \cdot n} = \frac{5064}{3600 \cdot 0,36 \cdot 1} = 3,9; \quad (87)$$

$$\Delta P_{\text{реш}} = \frac{\rho v_{\text{факт}}^2}{2} \cdot \xi = \frac{1,29 \cdot 3,9^2}{2} \cdot 1,9 = 18,6 \text{ Па}, \quad (88)$$

$$\Delta P_{\text{клап}} = 20 \text{ Па}.$$

Подбор вентилятора

$$\Delta P_{\text{в}} = (P_{\text{сист}} + P_{\text{кал}} + P_{\text{клап}} + P_{\text{реш}} + P_{\text{ф}}) \cdot 1,1; \quad (89)$$

где $P_{\text{сист}}$ - потери давления в системе, Па;

$P_{\text{кал}}$ - потери давления в калорифере, Па;

$R_{\text{клап}}$ - потери давления в утепленном клапане, Па;

$R_{\text{реш}}$ - потери давления в воздухозаборных решетках, Па;

$R_{\text{ф}}$ - потери давления в фильтре, Па;

1,1 – 10% запас на неучтенные потери.

$$\Delta P_{\text{в}} = (80,4 + 33,4 + 20 + 18,6 + 60) \cdot 1,1 = 233,6 \text{ Па}$$

Производительность 5064 м³/ч.

По характеристикам были подобраны 2 вентилятора ВРАН6-0,71 с характеристиками:

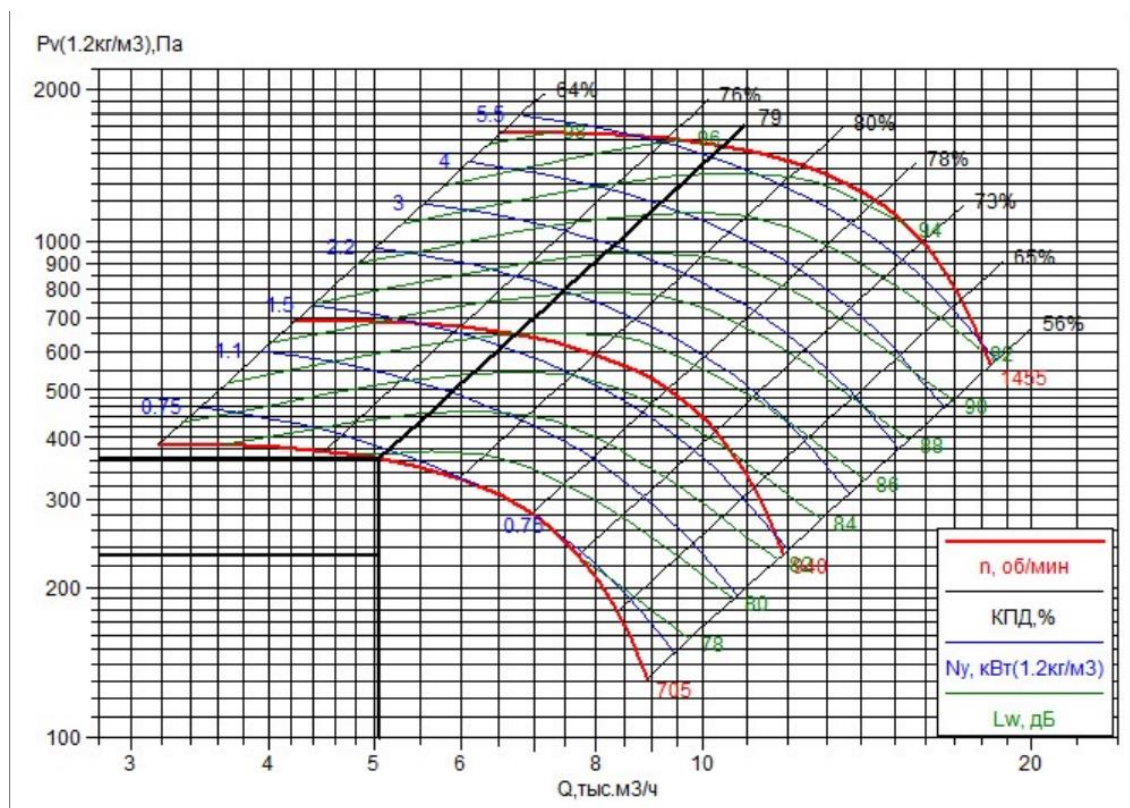
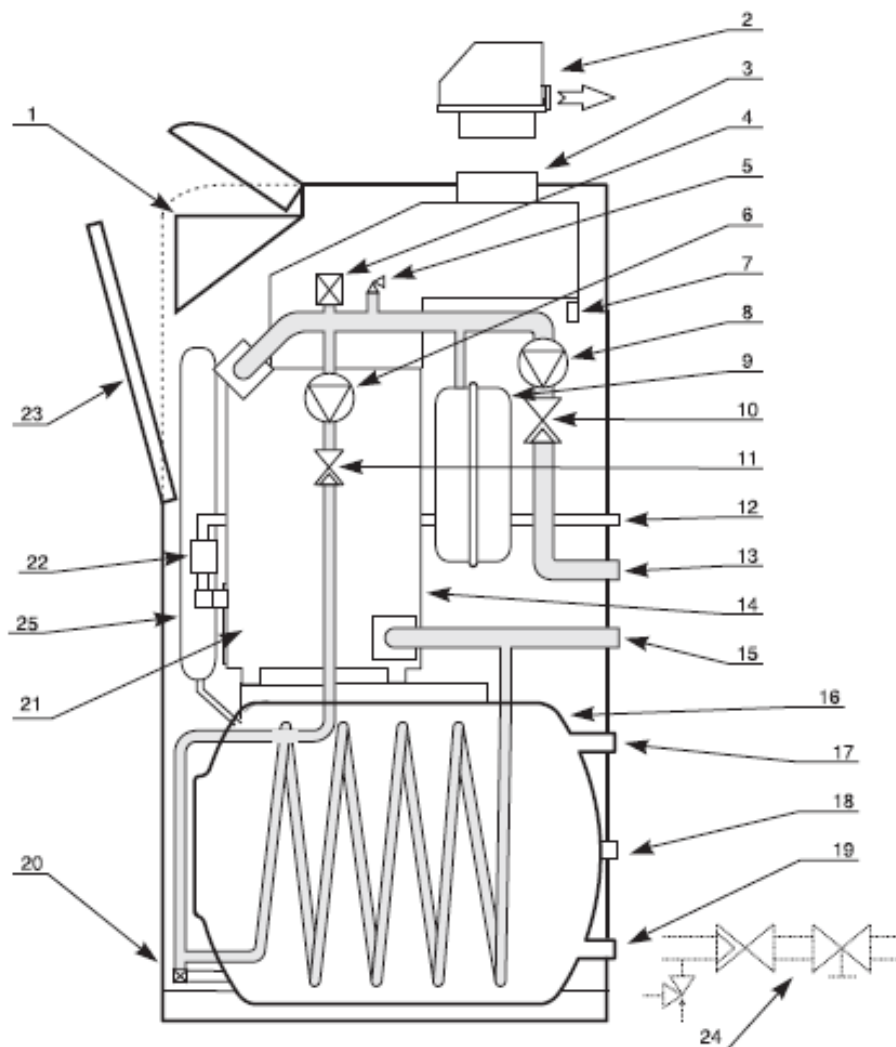


Рисунок 4 – Характеристика вентилятора системы вентиляции

6 Подбор оборудования котельной

Требуемая мощность котла $Q=29,5$ кВт. Подбираем газовый чугунный котёл МЕДВЕДЬ 40 KLZ, двухконтурный со встроенным бойлером, мощностью 38,5 кВт, расход газа 4 м³/ч, КПД 90%.



1. Панель управления	10. Обратный клапан контура отопления	19. Вход ХВС в бойлер
2. Надставка „ПОЛУТУРБО“ (не входит в комплект поставки)	11. Обратный клапан контура ГВС	20. Заполнение и слив теплоносителя из котла
3. Штуцер дымохода	12. Подсоединение газа	21. Основание горелки
4. Автоматич. воздухоотводчик	13. Насос контура отопления	22. Газ. клапан с автом. розжига
5. Предохранительный клапан	14. Теплообменник котла	23. Откидная передняя крышка
6. Насос контура нагрева ГВС	15. Подающая линия системы отопления	24. Предохранительный клапан бойлера (входит в комплект поставки)
7. Термостат продуктов сгорания	16. Накопительный бак ГВС	25. Расширительный бак ГВС
8. Насос контура отопления	17. Выход ГВС из бойлера	
9. Расширительный бак контура	18. Выход рециркуляции ГВС	

Рисунок 6.1 – Рабочая схема котла МЕДВЕДЬ 40 KLZ

Технические параметры 40 (50) KLZ

	Медведь 40 KLZ	Медведь 50 KLZ
Категория	II _{2НЗР}	
Исполнение	B _{11BS}	
Зажигание	электронное	
Топливо	пр./ сж.газ	
Максимальная тепловая нагрузка [кВт]	38,5 / 36,5	49 / 47,5
Минимальная тепловая нагрузка [кВт]	27 / 25,5	36 / 32,8
Максимальная тепловая мощность [кВт]	35 / 33	44 / 41,2
Минимальная тепловая мощность [кВт]	24,5 / 23	31,5 / 28
КПД [%]	90 - 92 / 89 - 91	90 - 92 / 89 - 91
Давление газа		
Входное давление [мбар]	20 / 30	20 / 30
Диаметр форсунки [мм]	2,65 / 1,7	2,65 / 1,7
Макс. давление газа на форсунках [мбар]	12,5 / 27	13 / 26,5
Мин. давление газ на форсунках [мбар]	5,5 / 13	7 / 12,7
Расход газа		
(Q макс.)	4,1 [м ³ /час] / 3,3 [кг/час]	5,2 [м ³ /час] / 3,8 [кг/час]
Отопление		
Макс.рабочее давление [бар]	3	
Мин.рабочее давление [бар]	1	
Рекомендованное рабочее давление [бар]	1 – 2	
Диапазон температур [°C]	45 – 85	
Объем котла [л]	14,1	16
Расширительный бак [л]	10	
Макс.давление в расширительном баке [бар]	3,5	
Горячая вода		
Макс.входящее давление [бар]	6	
Установленный диапазон температур [°C]	40 – 70	
Объем бойлера ГВС [л]	90	
Расширительный бак [л]	3,9	
Расход ГВС [л/мин]	18,5	19
Электрические параметры		
Напряжение [В/Гц]	230/50	
Потребляемая мощность [Вт]	130	
Класс защиты	IP 40	
Сила тока [А]	0,5	
Способ отвода продуктов сгорания в дымоход		
Диаметр дымохода [мм]	150	180
Температура прод.сгорания [°C]	131	115
Удельный расход продуктов сгорания [г/с]	31	50
Минимальная тяга в дымоходе [Па]	2	
Уровень шума (1 м от котла, высота 1,5 м) [дБ]	до 55	
Размеры - высота / ширина / глубина [мм]	1385 / 505 / 730	1385 / 590 / 730
Вес без воды [кг]	180	205
* - согласно стандарту EN 625		

7 Расчёт внутренней сети газоснабжения

Газоиспользующее оборудование: Котёл и газовая плита.

Определение расходов

$$Q_d^h = Q_{\text{кот}} + Q_{\text{пл}}, \quad (90)$$

Номинальный расход для газовой:

$$q_{\text{ном}} = 3600 \frac{N}{Q_H^C}, \quad (91)$$

где Q_H^C - низшая теплота сгорания газа, равная $34,9 \cdot 10^3$ кДж/м³;

N - мощность прибора, равная 12 кВт.

$$q_{\text{ном}} = 3600 \frac{12}{34,9 \cdot 10^3} = 1,24 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Гидростатический напор

Гидростатический напор определяется по формуле:

$$H_g = \pm 1 \cdot g \cdot h(\rho_a - \rho_0) \quad , (92)$$

где h- разница отметок между подводкой верхнего прибора и отключающего устройства на вводе в здание, равная 2 м;

ρ_a -плотность воздуха, равная 1,29 кг/м³;

ρ_0 -плотность газа, равная 0,79 кг/м³.

$$H_g = \pm 1 \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot (1,29 - 0,79) = 9,8 \text{ Па}$$

Расчётные длины участков

Расчётные длины участков определяются по формуле

$$l = l_1 + \sum \xi \cdot ld, \quad (93)$$

где l_1 - действительная длина участка, м;

$\sum \xi$ -сумма коэффициентов местных сопротивлений участка;

ld -эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м.

Гидравлический расчёт внутреннего газопровода внесён в таблицу Д.1.

8 Организация монтажных работ

Организация монтажа приточной механической системы вентиляции тренажёрного зала.

Заполнены комплектующая ведомость, ведомость основных и вспомогательных материалов, комплектующая ведомость на типовые вентиляционные изделия и ведомость затрат труда.

Таблицы приведены в приложении Е.

9 Автоматизация системы

Автоматизация котла: датчик температуры, газовый клапан, мембранный клапан, трубки термопары и подачи газа, кнопка пьезовоспламенителя.

Клапаны должны перекрывать подачу газа: при затухании пламени, при понижении давления в подающем газопроводе до критического уровня, при ухудшении газоотвода. Для этих задач используются: электромагнитный клапан, датчик давления, датчики тяги.

Датчик температуры. При нагревании до нужной температуры подаёт сигнал системе, для затухания пламени.

10 Безопасность и экологичность технического объекта

10.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Индивидуальный жилой дом в г.о. Краснодар.

Таблица 10.1 – Тех. паспорт объекта

№ п/п	Техн. процесс	Вид выполняемых работ, техн. операция.	Должность работника, выполняющего тех. процесс, операцию	Техническое устройство, оборудование, приспособл.	Материалы, вещ-ва ⁵
1	Выполнение технологических отверстий	Монтаж систем теплоснабжения	Слесарь монтажник систем ТГВ	Ударная дрель, Аппарат для пайки полипропиленовых труб. Слесарный набор ключей. Аппарат для прессования, манометр.	Коронка для дрели, труба полипропиленовая с фитингами и отводами, радиаторы «Royal Optimal 300», вода

10.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 10.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и /или вредного производственного фактора ³
1	Сверление. Диффузионная пайка полипропиленовых труб. Опрессовка систем ТГВ.	Повышенное значение напряжения в электрической цепи Повышенный уровень шума на рабочем месте Повышенные или пониженные температуры поверхностей Недостаток естественного и искусственного освещения	Электрические приборы. Аппарат для сварки полипропиленовых труб. Замкнутое пространство на рабочем месте.

10.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 10.3 – Организационно-технические методы и техническое снижение негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	СИЗ работника ³
Повышенные или пониженные температуры поверхностей оборудования или материалов	Установка экранов.	Перчатки, одежда Очки защитные Перчатки с полимерным покрытием Хлопчатобумажные, костюм от общих загрязнений, ботинки кожаные с жесткой подноской. Беруши
Движущиеся детали машин и механизмов	Предупреждающие надписи и плакаты	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи замыкание которой может пройти через тело человека	Обязательное заземление, изоляция проводов.	
едостаток естественного и искусственного освещения	Устройство временного искусственного освещения	
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Балансировка приборов.	

Обеспечение экологической безопасности технического объекта.

Таблица 10.4 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта,	Воздействие объекта на атмосферу (выбросы в окружающую среду)	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра)
2-х этажн. жилой дом	Пайка труб, авто работы.	Выброс выхлоп газа	Забор воды из ручья	Обр. стр. мусора.

Таблица 10.5 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Монтаж систем отопления
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Контроль качества СО
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Фильтр
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Своевременный вывоз мусора

Заключение

По итогу выполнения ВКР был разработан проект индивидуального жилого дома г. о. Краснодар.

В ходе работы были определены теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и определены тепловые потери помещений.

Запроектирована вертикальная система горячего водоснабжения с циркуляцией, по итогам расчёта выполнен подбор циркуляционно-повысительного насоса.

Разработана система холодного водоснабжения для хозяйственно-бытовых нужд.

Запроектирована бытовая канализация для отведения сточных вод в городскую канализацию.

Разработана и рассчитана система отопления здания, компенсирующая потери теплоты в помещениях. Выполнен расчёт отопительных приборов. Подобран насос для циркуляции воды в системе.

Рассчитаны приточная механическая система и вытяжная механическая система вентиляции тренажёрного зала. Выполнен расчёт и подбор оборудования приточной камеры.

Предусмотрены системы естественной вентиляции помещений санитарных узлов, ванной, кухни.

По требуемой тепловой нагрузке был подобран котельный агрегат для подогрева воды на системы отопление и горячего водоснабжение.

Запроектирована и рассчитана система газоснабжения для котла и газовой плиты.

Разработан проект производства работ по монтажу приточной механической системы вентиляции тренажёрного зала.

Предусмотрена автоматизация работы котельного агрегата.

Выполнен раздел безопасности и экологичности технического объекта.

Список используемых источников

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012
2. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении: Межгосударственный стандарт.МНТКС - М.: Госстрой России,ГУП ЦПП, 1999
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012
4. Малявина, Е.Г.Теплопотери здания: справочное пособие /Е.Г.Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007.-144с.
5. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП «2.04.01-85» УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 951/п и введение в действие с 17 июня 2017 г.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. Староверов И.Г., Шиллер Ю.И. (ред.). 1990
7. СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85
8. СП 40-107-2003 Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб (с Поправкой)
9. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями N 1, 2)
10. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Стандартинформ, 2017
11. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Б.М. Торговников, В.Е. Табачник, Е.М. Ефанов. – М.: Киев, Будивельник, 1983 – 256 с.

12. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб [электронный источник] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032042>

13. СП 31-106-2002 Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов – М., Госстрой России, 2002.

14. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 «Монтаж внутренних санитарно-технических систем». Выпуск 1. «Отопление, водопровод, канализация и газоснабжение»

15. СП 55.13330.2011 Дома жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001– М., Минрегион развития, 2011

16. ВСН 353-86/Минмонтажспецстрой СССР Проектирование и применение воздуховодов из унифицированных деталей

17. Каталог фирмы Grundfos[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?qcid=947702506>

18. Каталог фирмы Тепловоз[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://teplo-voz.ru/products/category/kotly-otopleniya>

19. Каталог фирмы ВЕЗА[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.veza.ru/>

20. Внутренние санитарно технические устройства. Часть 1. Отопление. /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. – М.: Стройиздат, 1990

21. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 частях. Часть 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2 / Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов и др.; Под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1992. - 416 с., ил. - (Справочник проектировщика)

22. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Б.М. Торговников, В.Е. Табачник, Е.М. Ефанов. – М.: Киев, Будивельник, 1983 – 256 с.

23. Чиркова, Е.В. Проектирование и гидравлический расчет газовых сетей. Выполнение курсовой работы : электронное учебно-методическое пособие / Е.В. Чиркова. — Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. — 1 оптический диск. - ISBN 978-5-8259-1490-9. - Режим доступа: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/11507>

24. Выпускная квалификационная работа бакалавра [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Коробова [и др.] ; Новосибир. гос. архит.-строит. ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. - 73 с. : ил. - ISBN 978-5-7795-0766-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68758.html>

Приложение А
Расчёт тепловых потерь помещений

Таблица А1-Расчёт теплотерь помещений

№ помещения	Наименование помещения	Наименование	Ориентация	a	h	Площадь А, м ²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м·°С)	$\Delta t=(t_{в}-t_{н}) \cdot n, ^\circ\text{C}$	Основные теплотери через	Добавочные		Через ограждения с учетом добавочных коэффициентов	На инфильтрацию Q _{инф}	На инфильтрацию Q _{инф}	Бытовые Q _{быт}	расчетные Q ₀
										на ориентацию	на ориентацию					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	Тренажерный зал	НС	В	10,345	3,513	36,3	0,43	34	531	0,1	0,05	1,15	611			
t _в =18°		НС	Ю	6,690	3,513	23,5	0,43	34	344	0	0,05	1,05	361			
		НС	З	10,000	3,513	35,1	0,43	34	514	0,05	0,05	1,1	565			
		ОК	В	1,010	1,510	4,6	2,86	34	445	0,1	0,05	1,15	512			
		ДВ	З	1,500	2,000	9,0	2,86	34	875	0,05	0,05	1,1	963			
		ПТ		5,310	9,655	51,3	0,316	30,6	496	0	0	1	496			
													3507	984	534	3957
102	Раздевалка	НС	Ю	2,855	3,513	10,0	0,43	36	155	0	0	1	155			
t _в =20		ПТ		2,655	3,200	8,5	0,316	32,4	87	0	0	1	87			
													242	249	129	363
103	Душевая	НС	Ю	3,145	3,513	11,0	0,43	40	190	0	0,05	1,05	200			
t _в =24		НС	З	1,500	3,513	5,3	0,43	40	91	0,05	0,05	1,1	100			
		ПТ		2,655	2,455	6,5	0,316	36	74	0	0	1	74			
													373	230	108	495

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
104	Столовая	НС	Ю	3,145	3,513	11,0	0,43	36	171	0	0	1	171			
t _в =20		ДВ	Ю	1,500	2,000	6,0	2,86	36	618	0	0	1	618			
													789	1031	532	1288
105	Холл	НС	Ю	6,690	3,513	23,5	0,43	34	344	0	0,05	1,05	361			
t _в =18		НС	В	1,500	3,513	5,3	0,43	34	77	0,1	0,05	1,15	89			
		НС	З	1,500	3,513	5,3	0,43	34	77	0,05	0,05	1,1	85			
		ОК	Ю	1,210	1,510	3,7	2,86	34	355	0	0,05	1,05	373			
													907	1496	812	1592
106	Гостиная	НС	Ю	5,310	3,513	18,7	0,43	36	289	0	0,05	1,05	303			
t _в =20		НС	В	1,500	3,513	5,3	0,43	36	82	0,1	0,05	1,15	94			
		НС	Ю	6,690	3,513	23,5	0,43	36	364	0	0,05	1,05	382			
		НС	З	9,345	3,513	32,8	0,43	36	508	0,05	0,05	1,1	559			
		ДВ	Ю	1,500	2,000	12,0	2,86	36	1236	0	0,05	1,05	1297			
		ОК	З	1,200	1,510	3,6	2,86	36	373	0,05	0,05	1,1	410			
		ПТ		8,655	5,655	48,9	0,316	32,4	501	0	0	1	501			
													3547	2937	1515	4969
107	Библиотека	НС	З	4,845	3,513	17,0	0,43	34	249	0,05	0,05	1,1	274			
t _в =18		НС	С	6,345	3,513	22,3	0,43	34	326	0	0,05	1,05	342			
		ОК	С	1,010	1,510	4,6	2,86	34	445	0	0,05	1,05	467			
		ПТ		4,155	5,655	23,5	0,316	30,6	227	0	0	1	227			
													1310	698	379	1630
108	Гардероб	НС	С	6,345	3,513	22,3	0,43	34	326	0	0,05	1,05	342			
t _в =18		НС	В	1,500	3,513	5,3	0,43	34	77	0,1	0,05	1,15	89			
		ОК	С	1,200	1,510	3,6	2,86	34	352	0	0,05	1,05	370			
													801	698	379	1120

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
109	Тамбур	НС	С	5,310	3,513	18,7	0,43	32	257	0	0	1	257			
t _в =16		Н. ДВ	С	1,500	2,000	3,0	1,67	32	160	0	0	1	160			
													417	428	245	600
110	кухня	НС	С	5,310	3,513	18,7	0,43	36	289	0	0,05	1,05	303			
t _в =20		НС	З	1,500	3,513	5,3	0,43	36	82	0,05	0,05	1,1	90			
		ОК	С	1,200	1,510	3,6	2,86	36	373	0	0,05	1,05	392			
													785	1025	529	1281
111	Санузел	НС	С	1,500	3,513	5,3	0,43	34	77	0	0	1	77			
t _в =18		ПТ		2,655	1,500	4,0	0,316	30,6	39	0	0	1	39			
													116	97	53	160
112	Жилая комната	НС	С	6,345	3,513	22,3	0,43	36	345	0	0,05	1,05	362			
t _в =20		НС	В	6,000	3,513	21,1	0,43	36	326	0,1	0,05	1,15	375			
		ОК	С	1,010	1,510	3,1	2,86	36	314	0	0,05	1,05	330			
		ПТ		4,155	4,155	17,3	0,316	32,4	177	0	0	1	177			
													1244	751	388	1608
113	Комната отдыха	НС	С	6,000	3,513	21,1	0,43	36	326	0	0,05	1,05	343			
t _в =20		НС	В	7,845	3,513	27,6	0,43	36	427	0,1	0,05	1,15	491			
		ОК	В	1,010	1,510	3,1	2,86	36	314	0,1	0,05	1,15	361			
		Н. ДВ	С	1,500	2,000	3,0	1,67	36	180	0	0,05	1,05	189			
		ПТ		7,155	5,655	40,5	0,316	32,4	414	0	0	1	414			
													1798	1250	645	2403

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
201	Детская	НС	В	6,000	3,000	18,0	0,43	32,4	251	0,1	0,05	1,15	288			
t _в =20		НС	Ю	5,310	3,000	15,9	0,43	36	247	0	0,05	1,05	259			
		ОК	В	1,200	1,510	3,6	2,86	36	373	0,1	0,05	1,15	429			
		ПТ		5,455	5,655	30,8	0,316	32,4	316	0	0	1	316			
													1292	1017	524	1784
202	Холл	НС	Ю	6,690	3,000	20,1	0,43	34	293	0	0,05	1,05	308			
t _в =18		НС	В	1,500	3,000	4,5	0,43	34	66	0,1	0,05	1,15	76			
		НС	З	1,500	3,000	4,5	0,43	34	66	0,05	0,05	1,1	72			
		ОК	Ю	1,210	1,510	3,7	2,86	34	355	0	0,05	1,05	373			
		ПТ		7,155	5,310	38,0	0,316	30,6	367	0	0,05	1,05	386			
													1215	1191	646	1760
203	Детская	НС	З	6,000	3,000	18,0	0,43	32,4	251	0,1	0,05	1,15	288			
t _в =20		НС	Ю	5,310	3,000	15,9	0,43	36	247	0	0,05	1,05	259			
		ОК	В	1,200	1,510	3,6	2,86	36	373	0,1	0,05	1,15	429			
		ПТ		5,455	5,655	30,8	0,316	32,4	316	0	0	1	316			
													1292	1017	524	1784
204	Ванная	НС	С	6,000	3,000	18,0	0,43	40	310	0	0,05	1,05	325			
t _в =24		НС	З	3,000	3,000	9,0	0,43	36	139	0,05	0,05	1,1	153			
		ОК	С	1,200	1,510	1,8	2,86	40	207	0	0,05	1,05	218			
		ПТ		5,455	2,585	14,1	0,316	36	160	0	0	1	160			
													856	509	240	1126
205	Спальня	НС	С	6,000	3,000	18,0	0,43	36	279	0	0	1	279			
t _в =20		ОК	С	1,010	1,510	3,1	2,86	36	314	0	0	1	314			
		ПТ		5,655	5,600	31,7	0,316	32,4	324	0	0	1	324			
													917	1044	538	1422

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
206	Гардероб	НС	С	6,000	3,000	18,0	0,43	32	248	0	0,05	1,05	260			
t _в =18		НС	В	3,000	3,000	9,0	0,43	28,8	111	0,1	0,05	1,15	128			
		ОК	С	1,200	1,510	1,8	2,86	32	166	0	0,05	1,05	174			
		ПТ		5,455	2,585	14,1	0,316	28,8	128	0	0	1	128			
													691	419	240	870

Таблица Б.1-Гидравлический расчёт подающих трубопроводов.

№ участка	l, м	N, шт/аб	NP	α	q ^h , л/с	D, мм	W _T , м/с	K _w	w м/с	R _T , Па/м	K _R	R, Па/м	K _M	Δp, Па	ΣΔp, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Стояк 1															
1	2,3	1	0,017	0,207	0,207	20	0,62	1,48	0,918	735	2,77	2036	0,1	4214	4,2
2	0,87	2	0,034	0,245	0,245	20	0,75	1,48	1,110	1069	2,77	2961	0,1	2319	6,5
3	2,1	4	0,068	0,301	0,301	25	0,56	1,38	0,773	434	2,34	1016	0,1	1919	8,5
4	14,7	5	0,085	0,323	0,323	25	0,56	1,38	0,773	360	2,34	842	0,2	9907	18,4
5	1,5	12	0,204	0,449	0,449	25	0,84	1,38	1,159	913	2,34	2136	0,2	2564	20,9
Стояк 2															
6	1,3	1	0,017	0,207	0,207	20	0,62	1,48	0,918	735	2,77	2036	0,1	2382	2,4
7	0,85	2	0,034	0,245	0,245	20	0,78	1,48	1,154	1106	2,77	3064	0,1	2344	4,7
8	7,7	3	0,051	0,273	0,273	25	0,51	1,38	0,704	400	2,34	936	0,1	6486	11,2
9	4,76	7	0,119	0,367	0,367	25	0,65	1,38	0,897	575	2,34	1346	0,1	5764	17,0
Увязка участков 4 и 9: $\frac{(18,4-17)}{18,4} \cdot 100 = 8\%$															
Стояк 3															
10	2	1	0,017	0,207	0,207	20	0,62	1,48	0,918	735	2,77	2036	0,1	3665	3,7
11	8	2	0,034	0,245	0,245	25	0,51	1,38	0,704	312	2,34	730	0,1	5257	8,9
12	1,3	4	0,068	0,301	0,301	25	0,56	1,38	0,773	434	2,34	1016	0,1	1188	10,1
Увязка участков 12 и 8: $\frac{(11,2-10,1)}{11,2} \cdot 100 = 10\%$															

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.2-Расчёт потерь теплоты подающими трубопроводами.

№	l, М	dн, М	t ₀ °С	(t _г ^p - t _{окр.})°С	1-Π	Потери теплоты, Вт		ΣΔQ, Вт	Примечание
						q на длине 1м	ΔQ на участке		
Стояк 1									
1	2,3	0,0268	24	38,5	0,3	11,3	25,9	25,9	
2	0,87	0,0268	24	38,5	0,3	11,3	9,8	35,7	
3	2,1	0,0268	20	42,5	0,3	12,4	26,1	61,9	
4	14,7	0,335	16	46,5	0,3	170,2	2502,2	2564,1	
5	1,5	0,335	20	42,5	0,3	155,6	233,4	2797,5	Потери теплоты на полотенцесушители $\Delta Q = 2797,5 + 3 \cdot 100 = 3097,5$ Вт
Стояк 2									
6	1,3	0,0268	24	38,5	0,3	11,3	14,7	14,7	
7	0,85	0,0268	24	38,5	0,3	11,3	9,6	24,2	
8	7,7	0,0268	16	46,5	0,3	13,6	104,9	129,1	
9	4,76	0,335	16	46,5	0,3	170,2	810,2	939,3	Потери теплоты на полотенцесушители $\Delta Q = 939,5 + 1 \cdot 100 = 1039,5$ Вт
Стояк 3									
10	2	0,0268	24	38,5	0,3	11,3	22,5	22,5	
11	8	0,0268	20	42,5	0,3	12,4	99,6	122,1	
12	1,3	0,0268	20	42,5	0,3	12,4	16,2	138,3	Потери теплоты на полотенцесушители $\Delta Q = 138,3 + 2 \cdot 100 = 338,3$ Вт

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3-Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов.

№ Уч	l, м	q ^{сир} кг/ч	D, мм	W _T , м/с	K _w	w м/с	R _T , Па/м	K _R	R, Па/м	K _M	Δp, Па	ΣΔp, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Циркуляционное кольцо через стояк 1												
5	1,5	770	25	0,38	1,38	0,524	97	2,34	227	0,2	272	0,3
4	14,7	523	25	0,26	1,38	0,359	45	2,34	105	0,2	1238	1,5
3	2,1	523	25	0,26	1,38	0,359	45	2,34	105	0,2	177	1,7
1'	3,3	523	25	0,26	1,38	0,359	45	2,34	105	0,5	174	1,9
2"	3,4	523	25	0,26	1,38	0,359	45	2,34	105	0,5	179	2,0
3'	15,7	523	25	0,26	1,38	0,359	45	2,34	105	0,5	827	2,9
4'	1,5	770	25	0,38	1,38	0,524	97	2,34	227	0,5	170	3,0
Циркуляционное кольцо через стояк 2												
9	4,76	247	25	0,164	1,38	0,226	20	2,34	47	0,2	178	0,2
8	7,7	119	25	0,164	1,38	0,226	20	2,34	47	0,2	288	0,5
5'	3	119	15	0,171	1,68	0,287	45	3,87	174	0,5	261	0,7
6'	10	119	15	0,171	1,68	0,287	45	3,87	174	0,5	871	1,6
7'	4,5	119	15	0,171	1,68	0,287	45	3,87	174	0,5	392	2,0
$\Delta p_{\text{нев}} \text{ Уч } 3' \text{ и } 7' = \frac{2,9-2}{2,9} \cdot 100\% = 23\%$, Устанавливаем диафрагму d=16,4 мм												
Циркуляционное кольцо через стояк 3												
12	1,3	128	25	0,138	1,38	0,190	20	2,34	47	0,2	49	0,0
11	8	128	25	0,138	1,38	0,190	20	2,34	47	0,2	300	0,3
8'	2,2	128	20	0,19	1,68	0,319	55	3,87	213	0,5	234	0,6
9'	7	128	20	0,19	1,68	0,319	55	3,87	213	0,5	745	1,3
10'	1,7	128	20	0,19	1,68	0,319	55	3,87	213	0,5	181	1,5
$\Delta p_{\text{нев}} \text{ Уч } 6' \text{ и } 10' = \frac{1,5 - 1,4}{1,5} \cdot 100\% = 6\%$												

Продолжение Приложения Б

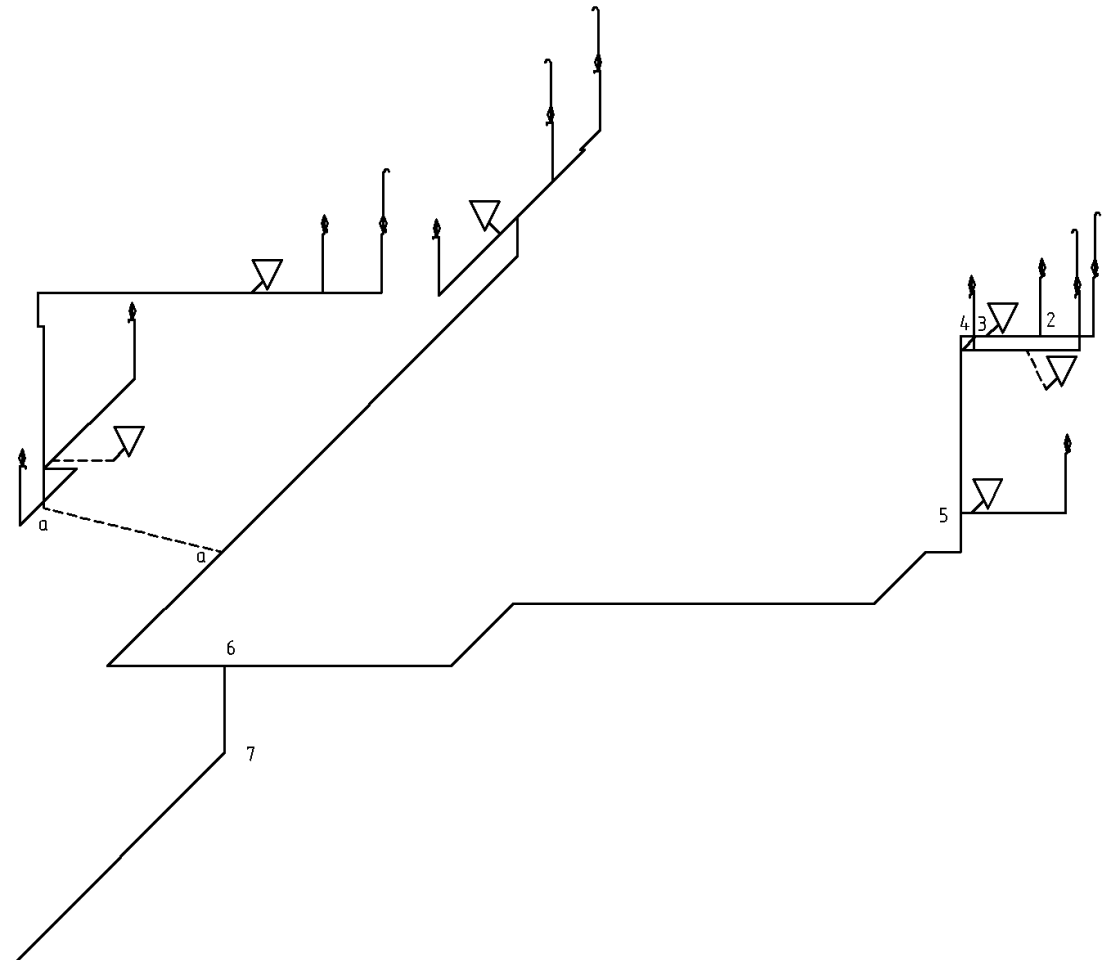


Рисунок Б.2 – Расчётная схема системы холодного водоснабжения

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.4 – гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения.

№ участка	N, шт.	q_0^c , л/с.	U, чел.	P	$P \cdot N$	α	q^c , л/с.	d, мм.	ϑ , м/с.	L, м.	i, м	$L \cdot i$, м	K_1	H, м
1,2	1	0,2	2	0,011	0,011	0,2	0,20	15	1,18	2	0,361	0,722	0,3	0,94
2,3	2	0,2	2	0,011	0,022	0,219	0,22	15	1,2	0,9	0,4	0,36	0,3	0,47
3,4	3	0,2	2	0,011	0,033	0,243	0,24	15	1,4	0,2	0,5	0,1	0,3	0,13
4,5	6	0,2	4	0,011	0,066	0,299	0,30	20	0,94	3,2	0,155	0,496	0,3	0,64
5,6	8	0,2	5	0,011	0,088	0,328	0,33	20	1	4,9	0,19	0,931	0,3	1,21
6,7	18	0,2	17	0,011	0,198	0,447	0,45	20	1,34	6,5	0,3	1,95	0,3	2,54
													$\sum H$	5,93

Продолжение Приложения Б

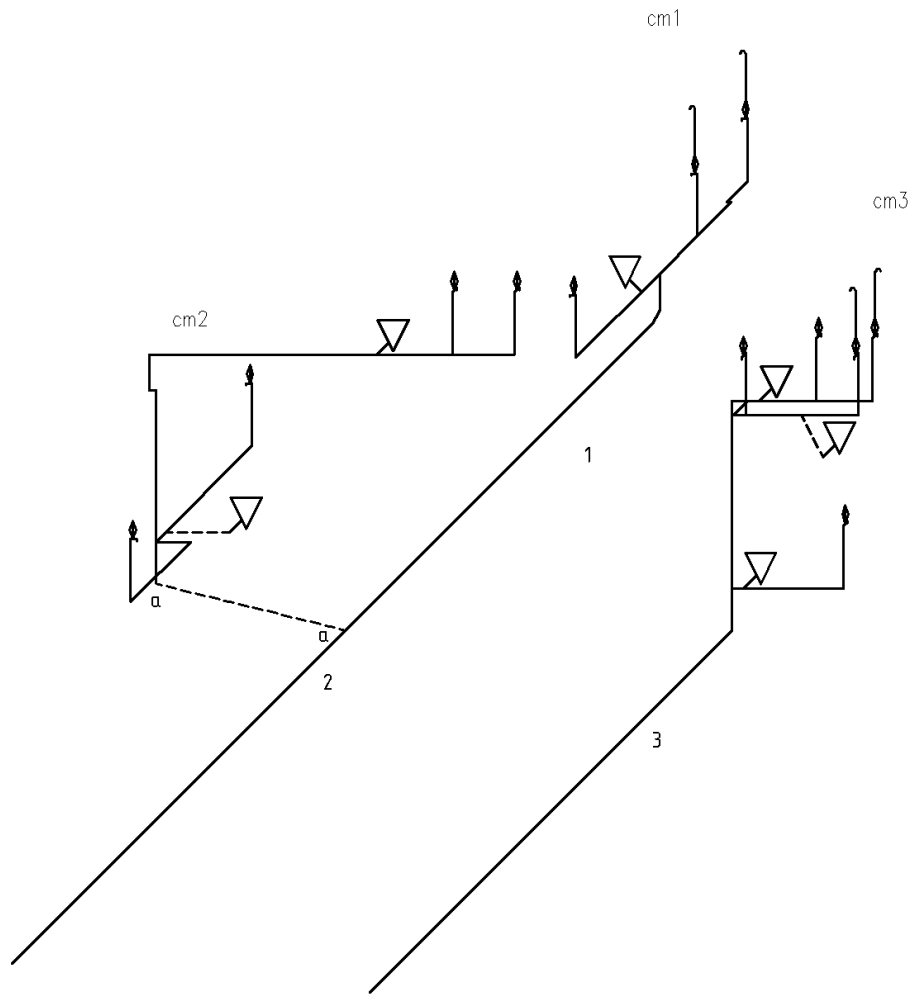


Рисунок Б.3 – Расчётная схема системы канализации

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.5 – гидравлический расчёт системы канализации.

№ участка	N, шт.	P	$P \cdot N$	α	q, л/с.	q^S , л/с.	d, мм	i, м	h/d	ϑ , м/с	$\vartheta\sqrt{h/d}$
1	4	0,014	0,058	0,286	0,43	2,03	100	0,018	0,383	0,733	0,5
2	10	0,014	0,144	0,393	0,59	2,19	100	0,018	0,4	0,75	0,5
3	8	0,011	0,087	0,327	0,49	2,09	100	0,018	0,39	0,74	0,5

Приложение В

Гидравлический расчёт системы отопления и расчёт отопительных приборов

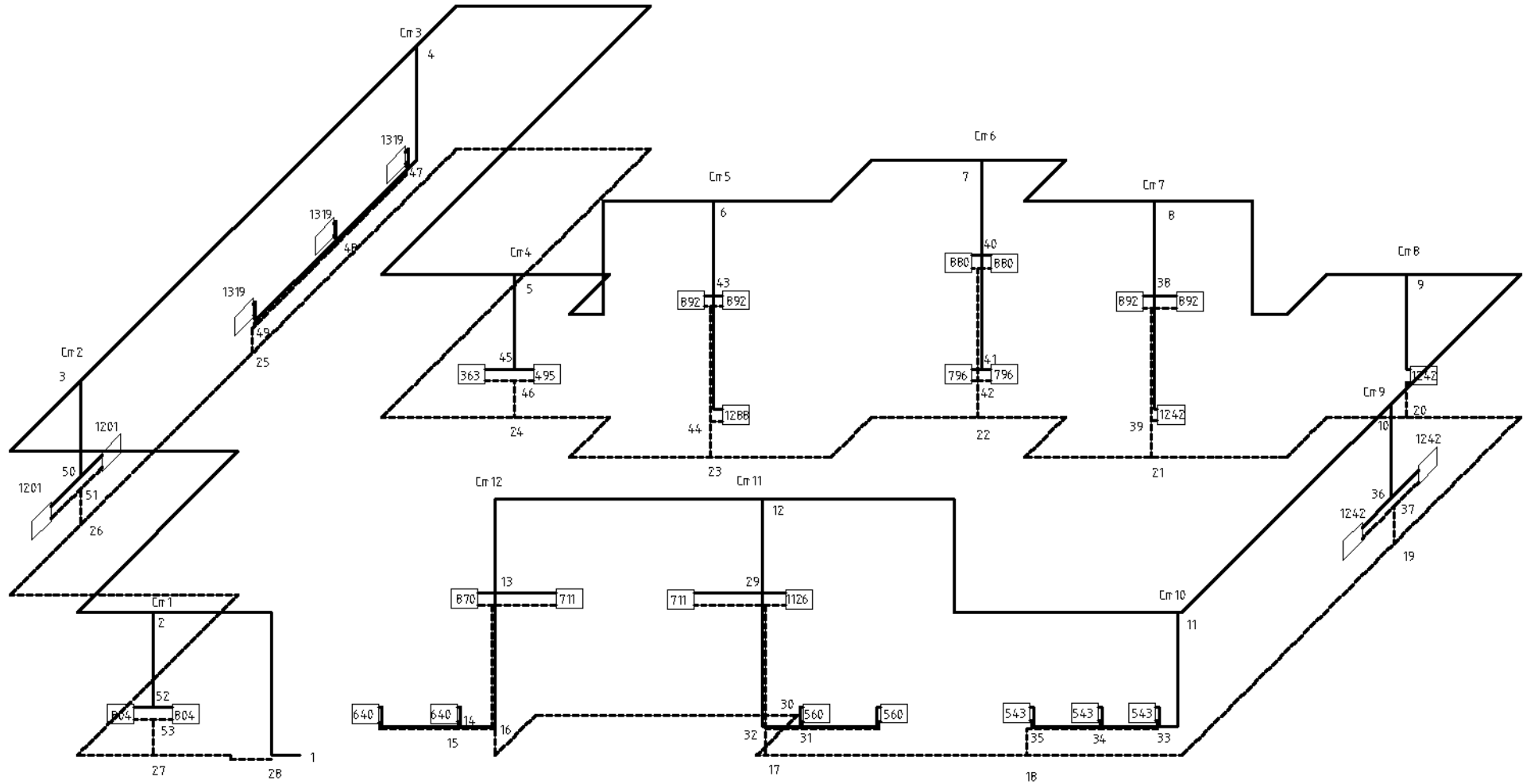


Рисунок В.1 – Расчётная схема системы отопления

Продолжение Приложения В

Таблица В.1- гидравлический расчёт системы отопления

№ уч	$G_{уч}$, кг/ч	$l_{уч}$, м	$R_{сп}$, Па/м	d, мм	$R_{ф}$, Па/м	$R_{ф} \cdot l$, Па	v , м/с	$\sum \zeta$	Z, Па	$R_{ф}l + Z$, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стояк 10 $\Delta p_p = 26\ 665$ Па											
1-2	1074	7,8	59,4	32	45	351,0	0,3	4,5	203	554	Вентиль и 2 отвода
2-3	1016	16,6		32	39	647,4	0,3	4	180	827	Тройник на проход и 3 отвода
3-4	928	12,5		25	140	1750,0	0,46	1	106	1856	Тройник на проход
4-5	784	20,1		25	100	2010,0	0,38	4	289	2299	Тройник на проход и 3 отвода
5-6	752	10,8		25	92	993,6	0,36	5	324	1318	Тройник на проход и 4 отвода
6-7	640	7,5		25	70	525,0	0,31	3	144	669	Тройник на проход и 2 отвода
7-8	518	7,1		20	160	1136,0	0,4	3	240	1376	Тройник на проход и 2 отвода
8-9	408	10,1		20	100	1010,0	0,32	5	256	1266	Тройник на проход и отвод
9-10	362	7,8		20	80	624,0	0,29	2	84	708	Тройник на проход и отвод
10-11	272	7,9		20	47	371,3	0,22	2	48	420	Тройник на проход и 2 отвода
11-12	212	13,9		15	140	1946,0	0,3	3	135	2081	
12-13	104	9,5		15	36	342,0	0,15	2	23	365	
13-14	52	4,9		15	8,5	41,7	0,08	4	13	54	
14-15	26	5		15	2,6	13,0	0,04	11	9	22	
15-16	52	0,9		15	8,5	7,7	0,08	1	3	11	
16-17	104	10,8		15	36	388,8	0,15	6	68	456	
17-18	212	6,8		15	140	952,0	0,3	1	45	997	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

18-19	272	12		20	47	564,0	0,22	2	48	612	
19-20	362	7,7		20	80	616,0	0,29	2	84	700	
20-21	408	7,2		20	100	720,0	0,32	3	154	874	
21-22	518	7,1		20	160	1136,0	0,4	3	240	1376	
22-23	640	7,5		25	70	525,0	0,31	3	144	669	
23-24	752	7,7		25	92	708,4	0,36	3	194	903	
24-25	784	26,2		25	100	2620,0	0,38	4	289	2909	
25-26	928	6,4		25	140	896,0	0,46	1	106	1002	
26-27	1016	16,6		32	39	647,4	0,3	4	180	827	
27-28	1074	4		32	45	180,0	0,3	3	135	315	
		262,4								25465	Запас 2,95 %
Стояк 11 $\Delta p_p = 908$ Па											
12-29	108	3		15	34	102,0	0,14	1,5	15	117	
29-30	54	4,5		15	9,5	42,8	0,08	3	10	52	
30-31	27	5		15	2,7	13,5	0,04	11	9	22	
31-32	54	1		15	9,5	9,5	0,08	1	3	13	
32-17	108	0,7		15	34	23,8	0,14	1,5	15	39	
										243	Невязка 73%, устанавливаем диафрагму d=7 мм
Стояк 10 $\Delta p_p = 3986$ Па											
11-33	59	3,5		15	13	45,5	0,09	2,5	10	56	
33-34	40	1,5		15	4,2	6,3	0,06	1	2	8	
34-35	20	2,5		15	2	5,0	0,03	11	5	10	
35-18	59	0,7		15	13	9,1	0,09	2,5	10	19	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										93	Невязка 98%, устанавливаем диафрагму d=3 мм
Стойк 9 $\Delta p_p = 5018$ Па											
10-36	91	2,5		15	34	85,0	0,14	1,5	15	100	
36-37	45	2		15	4,2	8,4	0,06	8	14	23	
37-19	91	1		15	34	34,0	0,14	1,5	15	49	
										171	Невязка 97%, устанавливаем диафрагму d=4 мм
Стойк 8 $\Delta p_p = 6426$ Па											
9-20	45	2,5		15	34	85,0	0,14	1,5	15	100	
										100	Невязка 98%, устанавливаем диафрагму d=3 мм
Стойк 7 $\Delta p_p = 8566$ Па											
8-38	110	2,5		15	34	85,0	0,14	1,5	15	100	
38-39	50	3,2		15	9	28,8	0,06	9	16	45	
39-21	110	1		15	34	34,0	0,14	2	20	54	
										198	Невязка 98%, устанавливаем диафрагму d=4 мм
Стойк 6 $\Delta p_p = 11\ 318$ Па											
7-40	122	2,5		15	50	125,0	0,18	1,5	24	149	
40-41	60	3		15	13	39,0	0,09	2	8	47	
41-42	30	0,5		15	3	1,5	0,04	8	6	8	
42-22	122	1		15	50	50,0	0,18	3	49	99	
										303	Невязка 97%, устанавливаем диафрагму d=4 мм

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стояк 5 $\Delta p_p = 12\ 656$ Па											
6-43	112	2,5		15	34	85,0	0,14	1,5	15	100	
43-44	50	3,2		15	9	28,8	0,06	9	16	45	
44-23	112	1		15	34	34,0	0,14	2	20	54	
										198	Невязка 98%, устанавливаем диафрагму d=4 мм
Стояк 4 $\Delta p_p = 14\ 877$ Па											
10-36	31	2,5		15	34	85,0	0,14	1,5	15	100	
36-37	15	2		15	4,2	8,4	0,06	8	14	23	
37-19	31	1		15	34	34,0	0,14	1,5	15	49	
										171	Невязка 99%, устанавливаем 2 диафрагмы d=4 мм
Стояк 3 $\Delta p_p = 20\ 085$ Па											
4-47	144	3,3		15	66	217,8	0,21	2,5	55	273	
47-48	96	2,7		15	32	86,4	0,14	1	10	96	
48-49	48	3,7		15	9	33,3	0,06	3	5	39	
49-25	144	0,7		15	66	46,2	0,21	2,5	55	101	
										509	Невязка 97%, устанавливаем диафрагму d=4 мм
Стояк 2 $\Delta p_p = 22\ 943$ Па											
3-50	88	2,5		15	32	80,0	0,14	1,5	15	95	
50-51	44	2		15	9	18,0	0,06	8	14	32	
51-26	88	1		15	32	32,0	0,14	1,5	15	47	

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										174	Невязка 99%, устанавливаем диафрагму d=3 мм
Стояк 1 $\Delta p_p = 24\ 597$ Па											
3-50	59	2,5		15	13	32,5	0,09	1,5	6	39	
50-51	30	2		15	9	18,0	0,06	8	14	32	
51-26	59	1		15	13	13,0	0,09	1,5	6	19	
										90	Невязка 99%, устанавливаем 2 диафрагмы d=3 мм

Продолжение Приложения В

Таблица В.2-Расчёт отопительных приборов

№ пом	Q _{пом} Вт	β ₁	β ₂	β _{тр}	Q _{тр} Вт	Q _{пр} Вт	t _г °С	t _о °С	t _в °С	Δt _{ср} °С	n	ρ	G _{пр} кг/ч	F _{пр} м ²	Принято к установке		
															Обозначение прибора	Ед. измерения	Кол-во секций
101	3957	1,04	1,0	0,9	1073	2991	95	70	18	64,5	0,3	0,02	109,1	13,6	RT01-500K	Шт.	41
102	363	1,04	1,0	0,9	65	305	95	70	20	62,5	0,3	0,02	11,1	1,5	RT01-500K	Шт.	4
103	495	1,04	1,0	0,9	168	344	95	70	24	58,5	0,3	0,02	12,6	1,9	RT01-500K	Шт.	5
104	1288	1,04	1,0	0,9	185	1122	95	70	20	62,5	0,3	0,02	40,9	5,4	RT01-500K	Шт.	16
105	1592	1,04	1,0	0,9	147	1460	95	70	18	64,5	0,3	0,02	53,3	6,7	RT01-500K	Шт.	20
106	4969	1,04	1,0	0,9	690	4348	95	70	20	62,5	0,3	0,02	158,6	20,5	RT01-500K	Шт.	61
107	1630	1,04	1,0	0,9	621	1072	95	70	18	64,5	0,3	0,02	39,1	5,0	RT01-500K	Шт.	15
108	1120	1,04	1,0	0,9	504	666	95	70	18	64,5	0,3	0,02	24,3	3,1	RT01-500K	Шт.	9
110	1281	1,04	1,0	0,9	504	827	95	70	20	62,5	0,3	0,02	30,2	4,0	RT01-500K	Шт.	12
112	1608	1,04	1,0	0,9	214	1416	95	70	20	62,5	0,3	0,02	51,7	6,8	RT01-500K	Шт.	20
113	2403	1,04	1,0	0,9	344	2094	95	70	20	62,5	0,3	0,02	76,4	10,0	RT01-500K	Шт.	30
201	1784	1,04	1,0	0,9	179	1623	95	70	20	62,5	0,3	0,02	59,2	7,8	RT01-500K	Шт.	23
202	1760	1,04	1,0	0,9	187	1592	95	70	18	64,5	0,3	0,02	58,1	7,3	RT01-500K	Шт.	22
203	1784	1,04	1,0	0,9	179	1623	95	70	20	62,5	0,3	0,02	59,2	7,8	RT01-500K	Шт.	23
204	1126	1,04	1,0	0,9	230	919	95	70	24	58,5	0,3	0,02	33,5	4,9	RT01-500K	Шт.	14
205	1422	1,04	1,0	0,9	228	1217	95	70	20	62,5	0,3	0,02	44,4	5,9	RT01-500K	Шт.	17
206	870	1,04	1,0	0,9	180	708	95	70	18	64,5	0,3	0,02	25,8	3,3	RT01-500K	Шт.	10

Приложение Г

Теплопоступления от солнечной радиации и аэродинамические расчёты систем вентиляции

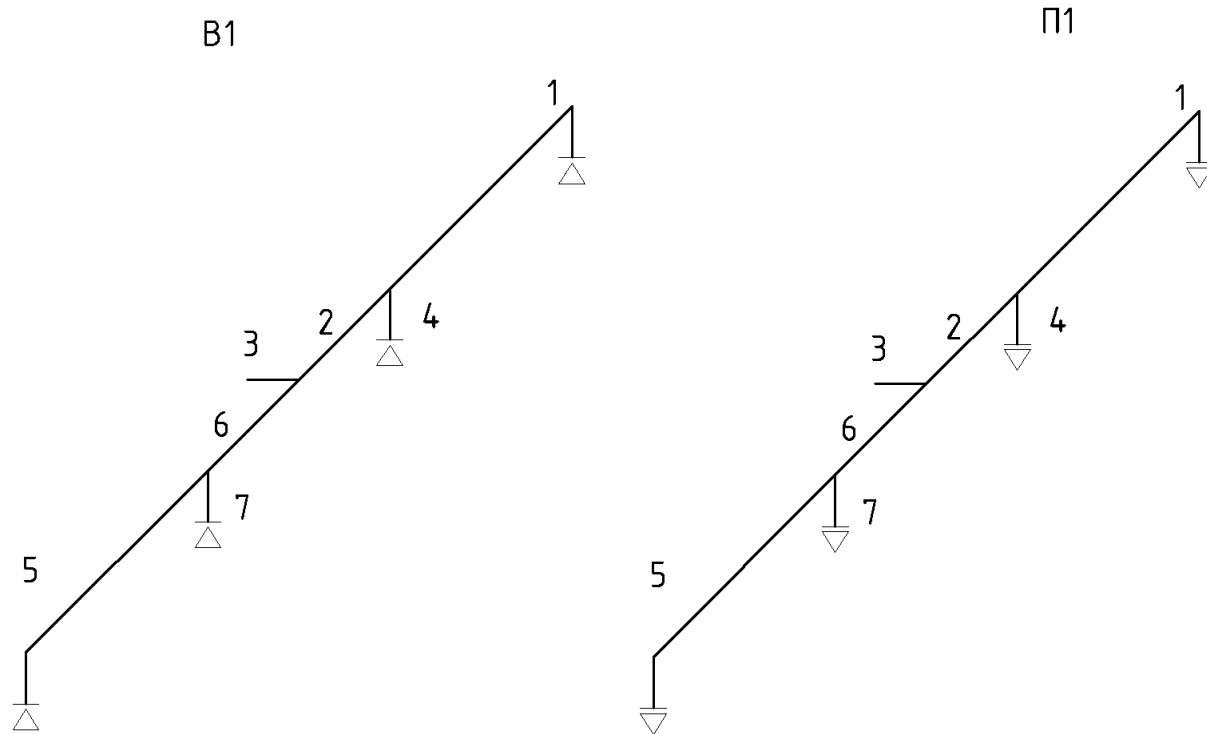


Рисунок Г.1 – Расчётная схема системы вентиляции

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.1-Теплопоступления от солнечной радиации

Часы	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	5-6
q _{вп}	332	514	527	563	452	279	105	105	279	452	563	527	514	332	332
q _{вр}	30	59	73	80	81	81	83	83	81	81	80	73	59	30	30
F	13,6														
k ₁	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
k ₂	0,95														
β _{сз}	1														
Q _{ср}	3742	5923	6202	6646	5509	3721	1943	1943	3721	5509	6646	6202	5923	3742	3742
Σ	6646														

Таблица Г.2-Аэродинамический расчёт приточной вентиляции

№ уч-ка	L м3/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	Pд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м2	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль													
ВР	1266	0		0,2	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0	
1	1266	3	315	0,08	4,5	0,724	2,172	0,35	12,1	4,24	6,41	16,1	Тройник на проход- 0,2; Отвод - 0,35
2	2532	2,5	355	0,10	7,1	1,23	3,075	0,2	29,4	5,88	8,96	25,0	Тройник на проход- 0,2
3	5064	1	500	0,20	7,2	0,95	0,95	1,85	29,4	54,39	55,34	80,4	Отвод - 0,35; тройник на поворот-1,5

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Ответвления													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
4	1266	0,5	315	0,08	4,5	0,724	0,362	0,35	12,1	4,24	4,60	14,3	
Невязка =11,3%													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
5	1266	3	315	0,08	4,5	0,724	2,172	0,35	12,1	4,24	6,41	16,1	
6	2532	2,5	355	0,10	7,1	1,23	3,075	0,2	29,4	5,88	8,96	25,0	
Невязка =0,0%													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
7	1266	0,5	315	0,08	4,5	0,724	0,362	0,35	12,1	4,24	4,60	14,3	
Невязка =11,3%													

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.3-Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции

№ уч-ка	L м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	Rд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль													
ВР	1266	0		0,2	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0	
1	1266	3	315	0,08	4,5	0,724	2,172	0,35	12,1	4,24	6,41	16,1	Тройник на проход-0,2; Отвод - 0,35
2	2532	2,5	355	0,10	7,1	1,23	3,075	0,2	29,4	5,88	8,96	25,0	Тройник на проход-0,2
3	5064	1	500	0,20	7,2	0,95	0,95	1,85	29,4	54,39	55,34	80,4	Отвод - 0,35; тройник на поворот-1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвления													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
4	1266	0,5	315	0,08	4,5	0,724	0,362	0,35	12,1	4,24	4,60	14,3	
Невязка =11,3%													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
5	1266	3	315	0,08	4,5	0,724	2,172	0,35	12,1	4,24	6,41	16,1	
6	2532	2,5	355	0,10	7,1	1,23	3,075	0,2	29,4	5,88	8,96	25,0	
Невязка =0,0%													
ВР	1266	0	0	0,13	3,4	0	0	1,4	6,9	9,66	9,66	0,0	
7	1266	0,5	315	0,08	4,5	0,724	0,362	0,35	12,1	4,24	4,60	14,3	
Невязка =11,3%													

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.4-Аэродинамический расчёт естественной вентиляции

№ уч-ка	L м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\sum \zeta$	P _д , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\sum(Rl+Z),$ Па	Запас	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BE1	40	2	125	0,012	0,9	0,13	0,26	2,3	0,55	1,265	1,53	1,53	3	решетка-1,1; зонт-1,2
BE2	40	2	140	0,015	0,7	0,1	0,2	2,3	0,45	1,035	1,24	1,24	10	решетка-1,1; зонт-1,2
BE3	40	2	141	0,016	0,7	0,1	0,2	2,3	0,45	1,035	1,24	1,24	10	решетка-1,1; зонт-1,2
BE4	40	2	125	0,012	0,9	0,13	0,26	2,3	0,55	1,265	1,53	1,53	3	решетка-1,1; зонт-1,2
BE5	40	2	125	0,012	0,9	0,13	0,26	2,3	0,55	1,265	1,53	1,53	3	решетка-1,1; зонт-1,2

Приложение Д
Гидравлический расчёт внутреннего газопровода

Таблица Д.1-Гидравлический расчёт внутреннего газопровода

№ участка	$l_1, \text{м}$	$Q_d^h, \text{м}^3, \text{ч}$	$d_y, \text{мм}$	Местные сопротивления и их коэффициенты	$\sum \xi$	$ld, \text{м}$	$\sum \xi \cdot ld, \text{м}$	$l, \text{м}$	$R, \text{Па/м}$	$R \cdot l, \text{Па}$
12	4,2	1,2	15	4; 0,3; 1	5,3	0,5	2,65	6,8	2,3	15,6
23	2,8	5,2	20	1	1	0,6	0,6	3,4	14	47,6
										63,2

Приложение Е
Организация монтажных работ

Таблица Е.1 – Комплектовочная ведомость

№ п.п.	Детали	Размер деталей				Угол, град	Количество			Примечание
		Ø, мм	ахb, мм	Высота, мм	Длина,мм		Шт	м ²		
								Одной детали	Всего	
1	отвод	315				90	2	0,87	1,74	
2	отвод	500				90	1	1,43	1,43	
3	тройник	355/315/315				208	2	0,8	1,6	
4	тройник	355/355/500				300	1	1,2	1,2	
5	пн	315				1774	2	0,99	1,98	
6	пн	355				1992	2	1,12	2,24	
								Итого	10,19	

Таблица Е.2-Ведомость основных и вспомогательных материалов

Наименование	ГОСТ	Ед.измерения	Кол-во	Масса,кг	
				ед	всего
Электроды Э-42А, УОНИ 13/45	ГОСТ 9466-75	кг			0,297
Краска		литр	8		
Грунтовка		литр	16		
Растворитель		литр	1		
Резина для фланца		шт	16		

Таблица Е.3 – Комплекточная ведомость на типовые вентиляционные изделия

№	Наименование	Кол-во	Индекс и хар-ка изделия
1	Бандаж	4 шт	СТД 134.А.00.000-06
2	Бандаж	4 шт	СТД 134.А.00.000-07
3	Бандаж	2 шт	СТД 134.А.00.000-08
4	Болт	20шт	
5	Гайка	20шт	
6	Решётки	4 шт	

Таблица Е.4 – Ведомость затрат труда

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование (ЕНиР) или ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Всего		Профессиональный, квалифицированный и численный состав звена, рекомендуемый ЕНиР
				чел.- час.	маш.- час.	Захватка I		чел.- дни.	маш.- смены	чел.- дни.	
1	Установка и монтаж прямых и фасонных частей вентиляционных систем и деталей из листовой стали диаметром до 355 мм	м ²	Е10-5	0,72	-	6	2,142	-	12,852	-	5 разр- 1 чел-к; 4 разр- 1 чел-к; 3 разр1 чел-к; 2 разр- 1 чел-к
2	Установка и монтаж прямых и фасонных частей вентиляционных систем и деталей из листовой стали диаметром до 560 мм	м ²	Е10-5	0,56	-	1	1,19	-	1,19	-	5 разр- 1 чел-к; 4 разр- 1 чел-к; 3 разр1 чел-к; 2 разр- 1 чел-к
5	Установка гибкой вставки	шт	Е10-22	1,1	-	1	0,275	-	0,275	-	4 разр- 1 чел-к; 2 разр- 1 чел-к
6	Пусконаладочные работы				-	1	0,12	-	0,12	-	5 разр- 1 чел-к; 4 разр- 1 чел-к; 3 разр1 чел-к;
ИТОГО									14,437		
Подготовительные работы									1,155		
Накладные затраты									2,31		