

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих  
\_\_\_\_\_ 2021 г

Системы отопления и вентиляции секции жилого дома с помещениями  
общественного назначения в осях 5-6/А-Б  
По адресу г. Челябинск. Центральный район ул. Труда,  
ЖК «Западный Луч»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация:  
к.т.н., Доцент

\_\_\_\_\_ С.В. Панфёров  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель работы:  
старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Ю.В. Дорофеева  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта:  
студент группы АС-425  
\_\_\_\_\_ Р.Ф. Ганеев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер:  
старший преподаватель  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Дорофеева  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Челябинск 2021

## АННОТАЦИЯ

Ганеев Р.Ф. Системы отопления и вентиляции секции жилого дома с помещениями общественного назначения в осях 5-6/А-Б в г. Челябинск - Челябинск: ЮУрГУ, АС-425; кафедра ГИСиС 2021, 78 стр., библиогр. список – 15 наим., 29 прил., 7 листов чертежей ф.А1.

Дипломный проект выполнен с целью проектирования систем отопления и вентиляции секции жилого дома с помещениями общественного назначения в городе Челябинск. Состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает в себя следующие разделы: краткая характеристика объекта проектирования, расчетные метеорологические параметры наружного и внутреннего воздуха, характеристика наружных ограждающих конструкций, теплотехнический расчет ограждающих конструкции, Определение тепловых потерь, , компоновочные решения по системам отопления и вентиляции, гидравлический расчет систем отопления, тепловой расчет отопительных приборов, расчет воздухообмена аэродинамический расчет систем вентиляции, подбор оборудования, автоматизация приточной установки.

Графическая часть включает в себя: план этажей с нанесением систем отопления и систем вентиляции, аксонометрические схемы систем вентиляции и отопления, схему автоматизации

						08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих Д.В				Системы отопления и вентиляции секции жилого дома с помещениями общественного назначения	Стадия	Лист	Листов
Н.Контр.	Дорофеева					ДП	2	68
Руководит.	Дорофеева					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консульт.	Панферов							
Дипломник	Ганеев Р.Ф.							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	6
1.1 Характеристика объекта проектирования.....	6
1.2 Климатические характеристики района строительства .....	6
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха.....	7
1.4 Характеристики наружных ограждающих конструкций.....	8
2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ .....	9
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ НОК.....	12
3.1 Расчет тепловых потерь через лестничную клетку .....	13
3.2 Расчет расхода теплоты на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося через НОК лестничной клетки.....	13
3.3 Определение тепловых потерь на нагревание вентиляционного воздуха.....	15
4 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИЯ .....	19
4.1 Решения по системам отопления .....	19
4.2 Решения по системам вентиляции .....	20
5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ .....	22
5.1 Порядок гидравлического расчета.....	22
5.2 Гидравлический расчет системы отопления жилой части здания.....	25
5.3 Увязка циркуляционных колец отопления жилой части здания .....	25
6 ТЕПЛОТОВЫЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	28
6.1 Теплотовый расчет отопительных приборов жилой части.....	28
6.2 Теплотовый расчет отопительного прибора офисного помещения 1 этажа.....	30
7 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА.....	32
7.1 Расчет воздухообмена помещений общественного назначения .....	32
7.2 Расчет воздухообмена жилой части .....	33
7.3 Подбор воздухораспределителей.....	35
8 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	37
8.1 Аэродинамический расчет системы естественной вентиляции жилых помещений.....	37
8.2. Аэродинамический расчет приточной системы П1 вентиляции офисного помещения №1 .....	39
9 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ .....	43
9.1 Подбор приточной установки П1 .....	43
9.2 Подбор вытяжной установки В1 .....	43
10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ.....	44

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

10.1 Характеристика объекта регулирования.....	44
10.2 Контроль параметров.....	44
10.3 Описание работы системы автоматизации.....	45
10.4 Блокировки и защита оборудования.....	45
10.5 Сигнализация.....	46
10.6 Вывод.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом дипломной работы является секция жилого здания со встроенными помещениями на первом этаже, предметом исследования – системы отопления и вентиляции жилого 13-ти этажного дома с офисными помещениями на первом этаже в г. Челябинск.

Целью данного дипломного проекта является создание оптимального микроклимата в жилой и общественной части здания, который обеспечивается системами отопления и вентиляции. Создание комфортных параметров для работы и для проживания людей.

При проектировании системы отопления требуется определить тепловые потери здания через наружные ограждающие конструкции, определить диаметры трубопроводов, выполнив гидравлический расчет, подобрать отопительные приборы и оборудование.

При проектировании системы вентиляции здания нужно определить требуемые воздухообмены в помещениях, произвести аэродинамический расчет для определения габаритов воздуховодов и подобрать оборудование для приточных и вытяжных установок.

Для повышения энергетической эффективности в проекте принимаются наиболее энергосберегающие материалы, а также энергоэффективные установки, помимо этого для контроля параметров среды и управления установками предусматривается система автоматизации, с помощью которой и можно достигнуть комфортных параметров.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1 Характеристика объекта проектирования

Объектом проектирования является 13 - этажный жилой дом с помещениями общественного назначения на 1 этаже.

Здание расположено в городе в Челябинске, по улице Труда.

Главный фасад здания ориентирован на Запад.

Жилой дом подключается к тепловым сетям по независимой, двухтрубной схеме через ИТП с параметрами теплоносителя 105 – 70 °С.

Системы отопления жилой части здания – однотрубная, вертикальная, со встречным движением теплоносителя.

Высота типового этажа – 2,65 м.

Высота цокольного этажа – 5,35 м.

## 1.2 Климатические характеристики района строительства

Климатические характеристики района строительства были приняты согласно СП 131.13330.2018 [1]

1. Расчетные параметры наружного воздуха:

$t_{\text{н}} = - 32^{\circ}\text{C}$  – температура наружного воздуха для проектирования системы отопления, принимается по параметрам Б (температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92);

$t_{\text{от}} = - 6,6^{\circ}\text{C}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$z_{\text{от}} = 212$  сут/год – продолжительность отопительного периода;

$V = 3,7$  м/с<sup>2</sup> – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь.

2. Расчетные параметры внутреннего воздуха:

Влажность воздуха в жилых помещениях – 55%

Влажностный режим помещений – нормальный;

$t_{\text{в}} = 20$  °С - расчетная температура внутреннего воздуха жилого здания;

Зона влажности: сухая ;

Условия эксплуатации: Б;

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Параметры микроклимата в здании принимаются согласно [2], в соответствии с назначением помещений, внутренние температуры минимальные из оптимальных

Таблица 1.3.1 Параметры воздуха жилых помещений

Наименование типового помещения	Температура внутреннего воздуха ( $t_{в}$ °С)
Угловая жилая комната (УЖК)	23
Жилая комната (ЖК)	21
Кухня (К)	19
Угловая Кухня (УК)	21
Совмещенный санузел (СУ)	24
Коридор (Кр)	18
Лестничная клетка (ЛК)	16
Угловая кухня	21
Межквартирный коридор (МК)	18

Таблица 1.3.2 Параметры воздуха общественных помещений

Наименование типового помещения	Температура внутреннего воздуха ( $t_{в}$ °С)
Офисное помещение (помещение 2-ой категории)	19
Кабинет (помещение 2-ой категории)	19
Вестибюль (помещение 6-ой категории)	16
Колясочная (помещение 6-ой категории)	16
Санузел (помещение 6-ой категории)	16
КУИ (помещение 6-ой категории)	16
Коридор (помещение 6-ой категории)	16
Тамбур (помещение 6-ой категории)	16

## 1.4 Характеристики наружных ограждающих конструкций

Таблица 1.4.1 Характеристики наружных ограждающих конструкций

№ слоя	Материал	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ Вт/(м <sup>0</sup> С)
<b>Конструкция стены</b>				
1	Наружный слой из бетона класса В22,5	2500	80	1,92
2	Утеплитель из минплиты на базальтовой основе	15	150	0,038
3	Внутренний слой из бетона класса В22,5	2500	120	1,92
<b>Чердачное перекрытие</b>				
1	Сборная железобетонная плита	2500	160 мм	1,92
2	Слой рубероида	600	5 мм	0,17
3	Плиты ППС 35-Т-Б	15	250 мм	0,040
4	Цементно - песчаная стяжка	1800	50 мм	0,76
<b>Заполнение оконного проема</b>				
1	Двухкамерный пакет ПВХ с 5-ти камерным профилем	-	-	-
<b>Дверь</b>				
1	Металлическая дверь	-	-	-
<b>Конструкция стены 1 этажа</b>				
1	Легкобетонный блок марки /600x300x250/D600/B2.5/F350 ГОСТ 31360-2007	600	300	0,14
2	Утеплитель из минплиты на базальтовой основе	15	50	0,038
3	Штукатурка ceresit	1250	50	0,041
<b>Перекрытие над техподпольем</b>				
1	Плита Керамогранитная	2400	10	0,31
2	Кладочная смесь	1000	10	0,2
3	Полусухая фиброцементная стяжка М150	1500	30	0,22
4	Утеплитель Пеноплекс ГЕО	28	30	0,03
5	Монолитная плита перекрытия	2500	200	1,92

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



## 2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ

Находим ГСОП – градусо-сутки отопительного периода:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от.п.}}) \cdot Z_{\text{от.п}}$$

$$\text{ГСОП} = (21 + 6,6)212 = 5851 \frac{\text{°C} \cdot \text{сут}}{\text{год}}$$

Нормируемое сопротивление теплопередаче НОК для стены определяется по таблице 3 [3]:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot m_p$$

где -  $R_0^{\text{тр}}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м} \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, региона строительства и определять по [3, табл.3]:

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства

Для наружной стены (НС)

$$R_0^{\text{норм}} = 3,44 \cdot 1 = 3,44 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Для чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемыми подвалами:

$$R_0^{\text{норм}} = 4,53 \cdot 1 = 4,53 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Приведенные сопротивление теплопередаче  $R_{\phi}$ , ограждающих конструкций:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

где  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{н}}$  – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающих конструкций соответственно,  $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , находятся по таблицам 4, 6 [3];

$\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$ , согласно приложению Д [3];  $\delta$  – толщина слоя, м.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для наружной стены (НС):

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{1,92} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,12}{1,92} + \frac{1}{23} = 4,21$$

Для наружной стены 1 этажа (НС):

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,14} + \frac{0,05}{0,038} + \frac{0,1}{0,041} + \frac{0,25}{0,44} + \frac{1}{23} = 4,6$$

Для чердачного перекрытия:

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,16}{1,92} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,25}{0,040} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{1}{12} = 6,6$$

Для перекрытия над техподпольем (ПЛ):

Расчёт сопротивления теплопередаче утеплённого пола на грунте производится по формуле:

$$R_{y.п.} = R_{н.п.} + \frac{\delta_{y.с}}{\lambda_{y.с}}$$

Для зоны I:

$$R_{y.п.} = 2,1 + \frac{0,05}{0,038} = 3,4$$

Для зоны II:

$$R_{y.п.} = 4,3 + \frac{0,05}{0,038} = 3,4$$

Для зоны III:

$$R_{y.п.} = 8,6 + \frac{0,05}{0,038} = 3,4$$

Для зоны IV:

$$R_{y.п.} = 14,2 + \frac{0,05}{0,038} = 3,4$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, а также окон следует принимать не менее нормируемых значений. Остальные расчеты сведены в таблицу 2.1.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 2.1 Характеристики ограждающих конструкций

Конструкция	$R_{тр}, (м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$	$R_{ф}, (м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$	$K=1/R_{ф}, (м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$	$\delta, мм$
Наружная стена (НС)	3,44	4,21	0,237	350
Наружная стена 1 этажа	3,44	4,6	0,22	700
Перекрытия чердачное (ПТ)	4,53	6,6	0,144	465
Перекрытия над техподпольем (ПЛ)	4,53	1,52	0,65	280
Окно: двухкамерный пакет ПВХ с 5-ти камерным профилем	0,60	0,72	1,38	-
Наружные двери (Металлическая дверь)	-	0,72	1,38	-
Пол I-зона	3,4	-	0,32	
Пол II-зона	5,6	-	0,18	
Пол III-зона	9,9	-	0,104	
Пол IV-зона	15,5	-	0,06	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР

Лист

11

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НОК

Тепловые потери рассчитываются отдельно для каждой НОК, для каждого помещения. Расчетные тепловые потери через отдельные ограждения определяются произведением основных и добавочных тепловых потерь:

$$Q_i^{\text{огр}} = A_i \cdot k_i \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n_i \cdot (1 + \Sigma\beta_i), \quad (2.1)$$

$A_i \cdot k_i \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n_i$  – основные тепловые потери;

Где,  $(1 + \Sigma\beta_i)$  – добавочные тепловые потери;

$A_i$  – расчетная площадь ограждений, которая вычисляется с соблюдением правил обмера площадей,  $\text{м}^2$ ;

$k_i$  – коэффициент теплопередачи (по таблице 1),  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ ;

$R_{0i}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения (по таблице 2.1),  $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ ;

$t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении (по таблице 1.3.1),  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{н}}$  – температура наружного воздуха наиболее холодной 5-дневки обеспеченностью 0,92,  $^\circ\text{C}$ ;

$n_i$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху и фактическое уменьшение расчетной разности температур ( $t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$ ) для ограждения, которое отделяет отапливаемое помещение от неотапливаемого (подвал, чердак). Принимается по таблице 6 из СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [11]:

для чердачного перекрытия  $n_{\text{пт}} = 0,9$ ,

а для пола над неотапливаемым подвалом  $n_{\text{пл}} = 0,6$ ;

$\beta_i$  – коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери через

ограждения:

- на ориентацию ограждения по сторонам света  $\beta_1$ :

$\beta_1 = 0,1$  – С, В, СВ, СЗ;

$\beta_1 = 0,05$  – З, ЮВ.

- на угловое помещение –  $\beta_2$  (в угловом помещении, имеющем 2 и более наружных стен,  $t_{\text{в}}$  принимают на 2 градуса выше, чем в не угловом).

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 3.1 Расчет тепловых потерь через лестничную клетку

Все расчеты тепловых потерь через лестничную клетку сведены в таблицу А.1 приложения А.

### 3.2 Расчет расхода теплоты на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося через НОК лестничной клетки

Расход теплоты на нагревание наружного воздуха при инфильтрации через наружную дверь лестничной клетки:

$$Q_{и1} = 0,28 \cdot \Sigma G_{и} \cdot c \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot \beta = 0,28 \cdot 16 \cdot 1 \cdot (16 + 32) \cdot 1 = 215 \text{ Вт}$$

Расход теплоты на нагревание наружного воздуха при инфильтрации через окна 2 этажа лестничной клетки:

$$Q_{и2} = 0,28 \cdot \Sigma G_{и} \cdot c \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot \beta = 0,28 \cdot 9,1 \cdot 1 \cdot (16 + 32) \cdot 1 = 122 \text{ Вт}$$

Расход теплоты на нагревание наружного воздуха при инфильтрации через НОК лестничной клетки:

$$\Sigma Q_{и} = 474 \text{ Вт}.$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 3.2.1 Расход тепловой энергии на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и двери лестничной клетки.

№ этажа	$h_i$ м	$(H - h_i)$ м	$P_n$ Па	$P_{грав}$ Па	$P_{ветр}$ Па	$P_v$ Па	$\Delta P$ Па	$G_{и}$ кг/ч	$Q_{и}$ Вт
13	31.3	5.57	24.0	7	5	49	-25.4	Эксфильтрация	
12	28.46	8.41	30.7	10	5	49	-18.6		
11	25.6	11.27	37.6	13	5	49	-11.8		
10	22.76	14.11	44.3	17	5	49	-5.0		
9	19.91	16.96	51.1	20	5	49	1.8	1.0	13
8	17.06	19.81	57.9	24	5	49	8.6	2.8	38
7	14.21	22.66	64.7	27	5	49	15.4	4.2	56
6	11.36	25.51	71.5	30	5	49	22.2	5.3	72
5	8.51	28.36	78.4	34	5	49	29.0	6.4	86
4	5.66	31.21	85.2	37	5	49	35.8	7.3	99
3	2.81	34.06	92.0	41	5	49	42.6	8.2	111
2 (окно)	0	36.87	98.7	44	5	49	49.33	9.1	122
1 (дверь)	-4.69	41.56	109.9	50	5	49	60.5	16	215
							$\Sigma Q_{инф}$	812	

Необходимо определить расчетное значение теплотерь через лестничную клетку. Известно, что расход теплоты на нагревание наружного воздуха при инфильтрации через окна и двери:  $Q_{и1} = 215$  Вт. Рассчитывая тепловые потери через лестничную клетку, мы определили, что  $Q_{дв} = 1996$  Вт.

Значит,  $Q_{и1} < Q_{дв}$ , отсюда следует расчетное значение теплотерь через лестничную клетку:

$$Q_{лк}^{дв} = Q_{лк}^{дв} - Q_{инф}^{дв} \quad (3.2.1)$$

$$Q_{лк}^{дв} = 1996 - 215 = 1781 \text{ Вт}$$

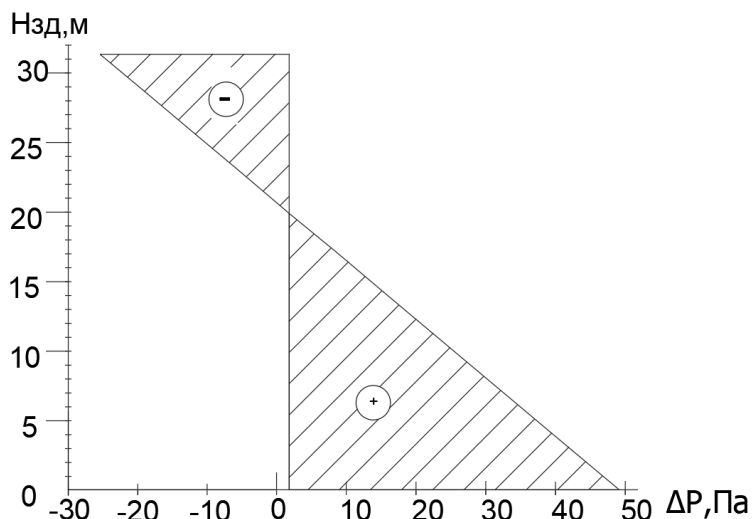


Рисунок 3.2 Эпюра распределения давления воздуха по высоте здания.

### 3.3 Определение тепловых потерь на нагревание вентиляционного воздуха

Расход тепла при несбалансированной вентиляции определяется по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot L_{\text{вент}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (3.3.1)$$

$L_{\text{вент}}$  – расход вентиляционного воздуха (наружного приточного),  $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ ;

$G_{\text{вент}}$  – массовый расход приточного воздуха,  $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ ;

$\rho_{\text{в}}$  – плотность внутреннего воздуха,

$$\rho_{\text{в}} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$c$  – удельная массовая теплоемкость воздуха,

$$c = 1,005 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}.$$

Расход вентиляционного воздуха принимается согласно [таблице 2,4] Расчетный расход приточного воздуха выбирается по норме объема наружного воздуха для вентиляции квартир.

Расчет расхода тепла при несбалансированной вентиляции ведется отдельно для каждой квартиры. Расход вентиляционного воздуха  $L_{\text{вент}}$  принимается равным максимальному приточному расходу воздуха ( $L_1$ ,  $L_2$  или  $L_3$ ). Полученное значение расхода вентиляционного воздуха поровну разделяют между помещениями, имеющими хотя бы одно окно. Затем для этих помещений находят расход тепла при несбалансированной вентиляции

$Q_{\text{вент}}$  по формуле (3.3.1). Путем суммирования полученных значений находят  $Q_{\text{вент}}$  для квартиры, а потом для всего здания.

Результаты определения расхода тепла при несбалансированной вентиляции представлены в таблице 3.3

Таблица 3.3 Расход тепла при несбалансированной вентиляции

№ пом.	Наимен. пом.	Площадь пом., м <sup>2</sup>	Жилая площадь, м <sup>2</sup>	Объем пом., м <sup>3</sup>	L1, м <sup>3</sup> /ч	L2, м <sup>3</sup> /ч	L3, м <sup>3</sup> /ч	Lвент, м <sup>3</sup> /ч	Qвент, Вт	Qбыт, Вт
1 комнатная квартира										
1	УК	12.9	-	34.2					1093	129
48	УЖК	16.5	16.5	43.7					1093	165
49	СУ	4.65	-	12.3						
50	Коридор	9.3	-	24.6						
СУММА				114.9	60	0	40.2	60.0	2186	294
n=2	з=	21.675						Qпом	1892	
1 комнатная квартира										
2	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
3	К	9		23.9					868	90
4	СУ	3.7		9.8						
5	Коридор	1.8		4.8						
n=2			16.5	82.2	0	49.5	28.8	49.5	1769	255
	з=	15.5								1514
1 комнатная квартира										
6	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
7	К	9		23.9					868	90
8	Коридор	3.1		8.2						
9	СУ	3.6		9.5						
n=2			16.5	85.3	0	49.5	29.9	49.5	1769	255
	з=	16.1								1514
1 комнатная квартира										
10	К	9		23.9					868	90
11	Коридор	3.1		8.2						
12	СУ	3.6		9.5						
13	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
n=2			16.5	85.3	0	49.5	29.9	49.5	1769	255
	з=	16.1								1514
1 комнатная квартира										
14	К	9		23.9					868	90
15	Коридор	3.1		8.2						
16	СУ	3.6		9.5						
17	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
n=2			16.5	85.3	0	49.5	29.9	49.5	1769	255
	з=	16.1								1514

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



Продолжение таблицы 3.3

2-х комнатная квартира										
18	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
19	К	11.4		30.2					868	114
20	СУ	4.8		12.7						
21	Коридор	9.54		25.3						
22	УЖК	16.5	16.5	43.7	0	49.5	15.3	49.5	936	165
n=3			33	155.7					2705	771
	З=	14.08								1934
1 комнатная квартира										
23	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
24	К	9		23.9					868	90
25	Коридор	3.4		9.0						
26	СУ	3.4		9.0						
n=2			16.5	85.6	0	49.5	30.0	49.5	1769	255
	З=	16.15								1514.5
1 комнатная квартира										
27	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
28	К	9		23.9					868	90
29	Коридор	3.4		9.0						
30	СУ	3.4		9.0						
n=2			16.5	85.6	0	49.5	30.0	49.5	1769	255
	З=	16.15								1514.5
1 комнатная квартира										
31	К	9		23.9					868	90
32	Коридор	3.4		9.0						
33	СУ	3.4		9.0						
34	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
n=2			16.5	85.6	0	49.5	30.0	49.5	1769	255
	З=	16.15								1514.5
Квартира студия										
35	ЖК	11.4	11.4	30.2					902	114
36	К	4.8		12.7					868	48
37	Коридор	4.8		12.7						
38	СУ	3.4		9.0						
n=2			11.4	64.7	0	34.2	22.6	34.2	1769	162
	З=	12.2								1607.5
1 комнатная квартира										
39	ЖК	16.5	16.5	43.7					901.7	165
40	К	9		23.9					867.7	90
41	СУ	3.4		9.0						
42	Коридор	3.8		10.1						
n=2			16.5	86.7	0	49.5	30.3	49.5	1769.5	255
	З=	16.35								1514.5

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

Продолжение таблицы 3.3

1 комнатная квартира										
44	К	9		23.9					868	90
45	Коридор	3.4		9.0						
46	СУ	3.4		9.0						
47	ЖК	16.5	16.5	43.7					902	165
			16.5	85.6	0	49.5	30.0	49.5	1769	255
n=2	З=	16.15								1514.5
1 этаж										
Помещение №1										
01	Офис	122.2	122.2	573.1			480.0		10090	1222
02	Тамбур	3.87		18.2						
03	СУ	4.2		19.7			50			
			122.2				530	530	11141.1	1222
										9919.1
Помещение №2										
04	Офис	86.6	86.6	406.2			360		7567.53	866
05	Тамбур	3.7		17.4						
06	СУ	4.2		19.7			50			
07	Кабинет	5.7	5.7	26.7			40		840.837	57
			92.3				450	450	9459.42	57
										9402.4
Помещение №3										
08	Офис	61.9	61.9	290.3			240		5045.02	619
09	Тамбур	3.24		15.2						
10	СУ	4.7		22.0			50			
			61.9				290	290	6096.07	619
										5477.1
Помещение №4										
013	Офис	159.1	159.1	746.2			640		13453.4	1591
014	СУ	3.8		17.8			50			
015	Тамбур	4.42		20.7						
			159.1				690	690	14504.4	1591
										12913.4
Дополнительные помещения										
11	Коридор	11.8		55.3	-	-	-	-	-	-
12	Тамбур	2		9.4	-	-	-	-	-	-
016	Тамбур	8		37.5	-	-	-	-	-	-
017	Вестибюль	47.2		221.4	-	-	-	-	-	-
018	Колясочная	6.3		29.5	-	-	-	-	-	-
019	СУ	1.6		7.5	-	-	50	50	50	-
020	КУИ	1.6		7.5	-	-	50	50	50	-

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

## 4 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 4.1 Решения по системам отопления

В здании запроектировано восемь систем отопления: СО №1,2 - для жилой части, СО №1 со стороны дворового фасада, СО №2 со стороны уличного фасада; СО №3 – на отопление лестничной клетки и холла; СО №4,5,6,7,8 – для встроенных помещений на 1 этаже.

Системы отопления жилой части здания - однотрубная, вертикальная, с тупиковым движением теплоносителя. Разводящие магистрали прокладываются в техническом подполье, системы отопления поделены пофасадно и посекционно. Отопление лестничных клеток, вестибюлей и поэтажных коридоров обеспечивается самостоятельной системой.

Системы отопления встроенных помещений - двухтрубные горизонтальные с разводкой магистралей по техническому подполью. Предусмотрена самостоятельная система на каждое обособленное встроенное помещение.

Балансировка системы отопления осуществляется благодаря установленному в узле подключения стояка к магистралям, автоматического балансировочного клапана типа AQT Danfoss что обеспечивает гидравлическую устойчивость системы отопления и стабильный расход теплоносителя каждому потребителю.

Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов, на подающей подводке к отопительным приборам размещается терморегулятор с термостатической головкой Danfoss RTR-C, предназначенный для индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов водяной системы отопления, с целью поддержания комфортных условий в отапливаемом помещении.

В качестве отопительных приборов в квартирах приняты стальные панельные радиаторы с межосевым расстоянием 500 мм, подводки к отопительным приборам с замыкающими участками. В местах общего пользования стальные панельные радиаторы с межосевым расстоянием 300, 500 мм, в электрощитовых-электроконвекторы. На отопительных приборах квартир устанавливается терморегулирующая и запорная арматура. В качестве отопительных приборов встроенных помещений приняты стальные панельные радиаторы высотой 300, 500 мм и нижним подключением.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Магистральные трубопроводы при диаметре <50 мм приняты стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75\* и стальные электросварные по ГОСТ 10704-91\* для диаметра (≥50 мм). Уклоны горизонтальных трубопроводов приняты 0,002 в сторону теплового узла и водосборного приемка. Магистральные трубопроводы прокладываются по техническому подполью Стояки системы отопления и подводки к отопительным приборам приняты стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75.

Компенсация температурных удлинений трубопроводов выполнена за счет сильфонных многослойных компенсаторов, установленных на 4, 10 этажах здания и естественных углов поворота трубопроводов (самокомпенсация).

Выпуск воздуха в системах отопления предусматривается через автоматические воздухоотводчики в высших точках системы.

Опорожнение систем отопления осуществляется в узле управления, в узлах подключения стояков системы отопления к магистралям, в нижних точках системы. Дренажные трубопроводы выполняются из ВГП оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75.

Магистральные подающие трубопроводы системы отопления изолируются негорючей теплоизоляцией «isoroll» толщиной 20 мм. Тепловая изоляция выполняется в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 и по ТСН 55-301-2002. Для антикоррозионной защиты трубопроводы покрываются грунтовкой ГФ-021 по ГОСТ 26129-82\* в 2 слоя. Неизолированные стальные трубопроводы (стояки и подводки к приборам) грунтуются и окрашиваются масляной краской за два раза.

Источником теплоснабжения является районная котельная. Параметры теплоносителя в системе отопления 105-70 °С. Подключение в проектируемой узловой точке УТ13 на трубопроводе Ду250. Диаметр подключения Ду200. Жилой дом подключается к тепловым сетям по независимой, двухтрубной схеме через ИТП. Количество узлов управления - 2

#### **4.2 Решения по системам вентиляции**

Вентиляция жилой части предусмотрена приточно-вытяжная с естественным побуждением. Вытяжка через вентиляционные каналы в кухнях и санитарных узлах, приток через окна в режиме микропроветривания. В квартирах последних этажей устанавливаются вытяжные осевые вентиляторы. Предусмотрена естественная вытяжная вентиляция технических помещений.

Воздуховоды вентиляционных систем технического этажа предусмотрены из оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80. Транзитные воздуховоды выполняются класса герметичности В.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для встроенных помещений предусмотрена естественная вытяжная вентиляция санитарных узлов и КУИ. Предусмотрена возможность устройства приточно-вытяжной механической вентиляции для ряда встроенных помещений при желании собственника. Для этого выделены точки подключения в вытяжную шахту с установкой на входе ОЗК, точки установки приточных систем с подключением к системе теплоснабжения вентиляции. В качестве примера запроектируем и рассчитаем приточную П1 и вытяжную В1 систему вентиляции для встроенного помещения №1.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

### 5.1 Порядок гидравлического расчета

Задачи гидравлического расчета:

- 1) Подбор диаметров трубопроводов;
- 2) Определение расчетных потерь давления в основном циркуляционном кольце для дальнейшего подбора циркуляционного насоса;
- 3) Определение потерь давления во всех второстепенных циркуляционных кольцах (с целью гидравлической увязки системы отопления).

Увязка нужна для того, чтобы потребитель получил требуемое количество тепла.

В данном случае гидравлический расчет будет производиться по методу удельных линейных потерь давления на трение.

Последовательность гидравлического расчета:

1. Определение ОЦК. Для тупиковой однострунной системы отопления ОЦК выбирается, как самый удаленный и самый нагруженный от ЦТП стояк (стояк № 1); Определение ВЦК. Для тупиковой однострунной системы отопления второстепенными циркуляционными кольцами являются все остальные стояки, кроме стояка ОЦК. Для расчета ВЦК выбирается через ближайший к ЦТП стояк, расположенный на той же ветке, что и ОЦК (стояк № 4)

2. Главное циркуляционное кольцо разбиваем на расчетные участки, где указывается  $G$ , кг/ч, длина  $l$ , м и  $d$  труб, мм.

3. Определяется тепловая нагрузка каждого участка.

4. Вычисляется расход теплоносителя на расчетных участках,  $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ , по формуле

$$G = \frac{3,6Q_{\text{уч}}\beta_1\beta_2}{c(t_r - t_o)}, \quad (5.1)$$

$Q_{\text{уч}}$  – тепловая нагрузка на расчетном участке, Вт;

$\beta_1$  – коэффициент, зависит от шага номенклатурного ряда отопительных приборов, принимается по таблице 9.4 [6];

$\beta_2$  – коэффициент, зависит от места установки прибора, принимается по каталогу;

$c$  – теплоемкость воды,  $c = 4,19 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ ;

$t_r$  – температура подающего теплоносителя,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_o$  – температура обратного теплоносителя,  $^\circ\text{C}$ .

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для однетрубной системы отопления параметрами теплоносителя являются  $t_r = 105^\circ\text{C}$ , а  $t_o = 70^\circ\text{C}$ .

5. Чтобы определить условный диаметр трубопровода, воспользуемся таблицей П.2 [6]. В этой таблице по приблизительному расходу воды определяется условный диаметр  $D_y$ .

В таблице 1 [7] указаны для каждого условного диаметра  $d_y$  наружный диаметр и толщина стенки трубы. По этим данным рассчитывается внутренний диаметр трубы  $d_B$ .

6. Определим скорость движения воды в трубопроводе

$$\omega = \frac{4G}{3600d_B^2\pi\rho}, \quad (5.2)$$

$G$  – расход теплоносителя на расчетных участках,  $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ ;

$d_B$  – внутренний диаметр трубопровода, мм;

$\rho$  – средняя плотность вода,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

7. Найдем коэффициент гидравлического трения:

- если режим переходный  $2300 < Re < Re_{\text{пр}}$ , по формуле

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\kappa_3}{d_B} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (5.3)$$

- если режим турбулентный  $Re > Re_{\text{пр}}$ , по формуле

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\kappa_3}{d_B} \right)^{0,25}, \quad (5.4)$$

-если режим ламинарный

$$\lambda = \left( \frac{64}{Re} \right) \left( 1 + 4 \left( \frac{d_B}{\kappa_3} \right)^{0,8} \right).$$

$\kappa_3$  – коэффициент относительной шероховатости, для стальных труб,  $\kappa_3 = 0,2 \cdot 10^{-3}$  м;

$Re$  – число Рейнольдса;

$Re_{\text{пр}}$  – предельное число Рейнольдса.

$$Re = \frac{\omega d_B}{\nu}, \quad (5.5)$$

$\nu$  – кинематическая вязкость,  $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ .

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$Re_{пр} = \frac{568d_B}{\kappa_э}, \quad (5.6)$$

8. Рассчитаем потери на участке по формуле:

$$R = \frac{\lambda}{d_B} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}, \quad (5.7)$$

9. Далее определяются потери давления на трение и потери давления в местных сопротивлениях и потери давления участка.

10. При расчете однотрубной системы отопления требуется определить расход теплоносителя через отопительный прибор.

Сначала определяется дополнительная характеристика гидравлического сопротивления по формуле:

$$Se = \frac{31 \cdot \beta \cdot h_{пр} \cdot Q_{пр}}{G_{ст}^3}, \quad (5.8)$$

где  $h_{пр}$  – высота отопительного прибора;

$Q_{пр}$  – тепловая нагрузка отопительного прибора;

$\beta$  – коэффициент, зависящий от расчетной разности температур в системе отопления, определяется по [6];

$G_{ст}$  – расход на стояке.

Определенная по формуле характеристика сравнивается с предельной  $Se_{пр}$ , которая принимается по [6].

Если  $Se \leq Se_{пр}$ , то коэффициент затекания  $\alpha$  подбирается по [6].

Если  $Se \geq Se_{пр}$ , то коэффициент затекания  $\alpha$  считается по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{S_1}{S_2 \pm Se}}}, \quad (5.9)$$

где  $S_1$  – характеристика сопротивления отопительного прибора, принимается согласно таблице 10 ;

Таблица 10. Усредненные гидравлические характеристики отопительного прибора

Модель	Расход теплоносителя через прибор $M_{пр}$ , кг/ч (кг/с)	Диаметр условного прохода подводок $d$ , мм	Коэффициент местного сопротивления $\zeta$	Характеристика сопротивления $S \cdot 10^{-4}$ , Па/(кг/с) <sup>2</sup>
<b>Base 500, Alp 500</b>	360 (0,1)	15	1,74	2,39
		20	2,04	0,84
	60 (0,017)	15	2,32	3,18
		20	3,53	1,45

$S_2 = 84 \cdot 10^{-4}$  – характеристика сопротивления замыкающего участка, принимается согласно [6] ;



Расход теплоносителя в приборе определяется по формуле:

(5.10)

$$G_{\text{пр}} = \alpha \cdot G_{\text{ст}}$$

Рассчитываются суммарные потери давления на участках  $\Sigma \Delta P$ , складывая потери давления на каждом участке.

Аналогично проводится расчет второстепенных циркуляционных колец.

## 5.2 Гидравлический расчет системы отопления жилой части здания.

Составим расчетную схему системы отопления. Определим ОЦК. В тупиковой системе отопления в качестве ОЦК выбирается самый удаленный стояк от ИТП на самой нагруженной ветке – стояк № 1 Разобьем систему на участки и для каждого участка определим тепловую нагрузку, расход теплоносителя и длину участка.

Результаты расчетов представлены в приложении В.

## 5.3 Увязка циркуляционных колец отопления жилой части здания

После гидравлического расчета основного циркуляционного кольца должна быть выполнена увязка расходуемых давлений во второстепенном циркуляционном кольце.

Для увязки тупиковой системы отопления необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{расп}} - \Delta P_{\text{факт}}}{\Delta P_{\text{расп}}} \cdot 100\% \leq 15\%, \quad (5.3.1)$$

Требуемые потери давления автоматического балансировочного клапана на ВЦК определяются как

$$\Delta P_{\text{АБК}}^{\text{треб ВЦК}} = \Delta P_{\text{расп}} - \Delta P_{\text{факт}} + \Delta P_{\text{АБК}}^{\text{тр ОЦК}} \quad (5.3.2)$$

$$\Delta P_{\text{АБК}}^{\text{тр ОЦК}} = \Delta P_{\text{АБК}}^{\text{ОЦК}} = 16000 \text{ Па} = 0,16 \text{ бара}$$

Невязка ОЦК и ВЦК (1 и 4 стояк):

$\Delta P_{\text{расп1}} = \Delta P_{\text{уч6-17}} = 5815 \text{ Па}$  – располагаемый перепад давления (ОЦК через стояк 1), Па;

$\Delta P_{\text{факт1}} = \Delta P_{\text{уч18-29}} = 3304 \text{ Па}$  – фактический перепад давления (ВЦК через стояк 4), Па.

$$H_1 = \frac{5815 - 3304}{5815} \cdot 100\% = 43\% > 15\%$$

Требуемая пропускная способность клапана определяется по формуле:

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$K_{VS}^{треб} = \frac{G_V}{\sqrt{\Delta p_{ABK}^{тр}}}; \quad (5.3.3)$$

$$G_V = \frac{G}{\rho_{обр}}. \quad (5.3.4)$$

где  $G$  – расход теплоносителя на участке, на котором устанавливается балансировочный клапан,  $\frac{кг}{ч}$ ;

$\rho_{обр}$  – плотность теплоносителя на обратной магистрали,  $\frac{кг}{м^3}$ .

$$G_V = \frac{429}{967} = 0,44 \frac{м^3}{ч} = 440 \frac{л}{ч}.$$

$$K_{VS} = \frac{0,44}{\sqrt{0,19}} = 0,98 \frac{м^3}{ч}.$$

Отсюда получаем, что автоматический балансировочный клапан должен быть с  $D_y=15$  мм.

Таблица 5.3.1 – Балансировочные клапаны

#### Технические характеристики

Клапаны AQT, резьбовое присоединение

Условный проход DN, мм	10 LF	10	15 LF	15	20	25	32
Номинальный расход $G_{ном}$ (100%), л/ч <sup>3)</sup>	150	275	275	450	900	1700	3200
Максимальный расход $G_{макс}$ , л/ч <sup>4)</sup>	180	330	330	540	1080	1870 <sup>5)</sup>	3520 <sup>5)</sup>
Диапазон настройки, % <sup>2)</sup>	20–120					20–110	
Допустимый перепад давлений на клапане $\Delta p_{рбк, ном}$ ( $\Delta p_{рбк, макс}$ ), кПа <sup>3), 4)</sup>	16–400/600 (18–400/600)					20–400/600 (25–400/600)	

Клапаны AQT, резьбовое присоединение

Общий вид	DN, мм	$G_{ном}$ , л/ч	Наружная резьба по ISO 228/1, дюймы
	10 LF	150	G ½ A
	10	275	
	15 LF	275	G ¾ A
	15	450	
	20	900	G 1 A
	25	1700	G 1¼ A
	32	3200	G 1½ A
	40	7500	G 2 A
	50	12500	G 2½ A

Рисунок 14 – Балансировочный клапан AQT

АБК подбирается по расходу:

$$0,2 \cdot G_{ном} \leq G_{V ст} \leq 0,8 \cdot G_{ном};$$

Подбор АБК для стояка № 4 (ВЦК):

Расход на стояке  $G_{ст. 4}=429$  л/ч;

AQT DN 20:  $G_{ном}=900$  л/ч;  $0,2 \cdot G_{ном}=180$  л/ч;  $0,8 \cdot G_{ном}=720$  л/ч;

$180 < 429 < 720$ , следовательно, данный АБК подходит нам.

Определим настройку подобранного АБК. У данного типа АБК настройка производится с помощью регулирующего клапана. Значения расхода на шкале клапана даны в процентах от максимального расхода (100%), указанного в таблицах технических характеристик. Поэтому, чтобы определить настройку АБК, нужно найти процент от номинального расхода клапана.

$$\text{Настройка: } \frac{G_v}{G_{ном}} = \frac{429}{900} \cdot 100\% = 47\%;$$

Подбор АБК для стояка № 1 (ОЦК):

Расход на стояке  $G_{в ст. 1}=584$  л/ч;

AQT DN 20:  $G_{ном}=900$  л/ч;  $0,2 \cdot G_{ном}=180$  л/ч;  $0,8 \cdot G_{ном}=720$  л/ч;

$180 < 584 < 720$ , следовательно, данный АБК подходит нам.

$$\text{Настройка: } \frac{G_v}{G_{ном}} = \frac{584}{900} \cdot 100\% = 64\%$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 6 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

### 6.1 Тепловой расчет отопительных приборов жилой части

Тепловой расчет заключается в определении требуемого номинального условного теплового потока, которому соответствует определенная площадь нагреваемой поверхности ОП, обеспечивающая теплопередачу необходимого количества от теплоносителя в помещение. Рассчитаем отопительные приборы, стоящие на стояке №1, входящем в ОЦК.

Требуемый номинальный тепловой поток.

$$Q_{\text{н}}^{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\varphi_{\text{к}}}, \quad (6.1)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – расчетная теплопередача прибора в помещении, Вт;  
 $\varphi_{\text{к}}$  – комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока к расчетным условиям.

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} Q_{\text{труб}} \quad (6.2)$$

$Q_{\text{труб}}$  – теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения труб, не учитывается.

Найдем значение  $\varphi_{\text{к}}$ :

$$\varphi_{\text{к}} = \left( \frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{m+1} \cdot \left( \frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^p c \psi b \quad (6.3)$$

где  $\Delta t_{\text{ср}}$  – средний температурный напор, °С;

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{в}} \quad (6.4)$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{105 + 70}{2} - 21 = 66,5 \text{ °С}$$

$G_{\text{пр}}$  – расход через расчетный отопительный прибор;

$G_{\text{оп}}^{\text{н}} = 46$  кг/ч – номинальный расход на ОП;

$t_{\text{ф}}^{\text{н}} = 70$  °С – средняя номинальная температура напора

$m, p, c$  – экспериментальные числовые показатели, которые выражают влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на коэффициент теплопередачи.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 4.2 Числовые показатели отопительного прибора RIFAR Base 500

2. Коэффициент  $\rho$ , учитывающий влияние числа секций в радиаторе на его тепловой поток.

Таблица 7.

Число секций в радиаторе, шт.	3-4	5-7	8-10	11-13	14 и более
$\rho$	1,03	1	0,98	0,97	0,96

1. Усредненный показатель степени  $m$ , учитывающий расход теплоносителя, отличный от номинального, и поправочный коэффициент  $c$ , учитывающий влияние схемы подключения.

Таблица 6.

Схема движения теплоносителя	$m$	$c$
Сверху вниз	0,02	1
Снизу вверх	0,1	0,9
Снизу вниз	0,015	0,94

3. Усредненный поправочный коэффициент  $b$ , учитывающий влияние расчетного атмосферного давления на тепловой поток радиатора.

Таблица 8.

Атмосферное давление	гПа	920	930	947	960	973	987	1000	1013,3	1040
	мм рт.ст.	690	700	710	720	730	740	750	760	780
$b$		0,957	0,963	0,968	0,975	0,981	0,987	0,993	1	1,012

$\psi$  – коэффициент учета направленного движения воды в приборе. Для движения снизу вверх равен 1.

$b$  – коэффициент учета барометрического давления

Таблица 4.3 Номинальный условный тепловой поток отопительного прибора RIFAR Base 500

$\Delta t$	Секционные биметаллические радиаторы			
	Base			Alp
	200	350	500	500
70	100,0	139,0	197,0	161,0

$$\varphi_k^{13эт} = \left(\frac{81,4}{70}\right)^{0,3+1} \cdot \left(\frac{292}{360}\right)^{0,01} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,993 = 1,05$$

В итоге получаем конечный расчет:

$$Q_H^{тр} = \frac{1845}{1,05} = 1756 \text{ Вт}$$

К установке принимаем стальной панельный радиатор «Rifar» Base 500, номинальный тепловой поток:

$$Q_{ну} = 197 \text{ Вт};$$

$$Q_{ну} = 9 \cdot 197 = 1773 \text{ Вт};$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$H = \frac{1773 - 1756}{1773} \cdot 100\% = 1,7\%$$

Аналогично рассчитываем для всех остальных этажей:

Таблица 6.1.1 Расчет отопительных приборов

Этаж	Расчетная мощность ОП, Вт	Gпр, кг/ч	tвх, °С	tвых, °С	Δtср, °С	φк	Qн.тр, Вт	Qн.у, Вт	Кол.-во секций	Qпр, Вт	H, %
13	1845	292	105	100	81.4	1.05	1756	197.0	9	1773.0	1
12	1757	292	102	97	78.8	1.01	1732	197.0	9	1773.0	2
11	1757	292	100	95	76.2	0.98	1797	197.0	9	1773.0	-1
10	1757	292	97	92	73.7	0.94	1867	197.0	10	1970.0	6
9	1757	292	95	89	71.1	0.91	1941	197.0	10	1970.0	1
8	1757	292	92	87	68.5	0.87	2022	197.0	11	2167.0	7
7	1757	292	89	84	65.9	0.83	2110	197.0	11	2167.0	3
6	1757	292	87	82	63.3	0.80	2204	197.0	12	2364.0	7
5	1757	292	84	79	60.7	0.76	2308	197.0	12	2364.0	2
4	1757	292	82	77	58.2	0.73	2421	197.0	13	2561.0	6
3	1757	292	79	74	55.6	0.69	2545	197.0	13	2561.0	1
2	1757	292	77	71	53.0	0.66	2682	197.0	14	2758.0	3

## 6.2 Тепловой расчет отопительного прибора офисного помещения 1 этажа.

Общий расход теплоносителя в системе отопления офисного помещения №1:

$$G = \frac{3,6Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c(t_n - t_o)} \quad (6.5)$$

$$G = \frac{3,6 \cdot 15382 \cdot 1,05 \cdot 1,018}{4,19(105 - 70)} = 424 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Подбираем диаметр трубопроводов, при данном расходе он будет равен 15 мм.

Средний температурный перепад:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{105 + 70}{2} - 19 = 68,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Коэффициент приведения номинального условного теплового потока:

$$\varphi_k = \left(\frac{68,5}{70}\right)^{0,1+1} \cdot \left(\frac{78}{156}\right)^{0,01} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,993 = 0,86$$

Тепловая мощность отопительного прибора:

$$Q_H^{гр} = \frac{2834}{0,86} = 3295 \text{ Вт;кС}$$

К установке принимается радиатор KERMI THERM X2 PROFIL-K 22 300-2300:

$$H = \frac{3411 - 3295}{3411} \cdot 100\% = 3 \%$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 7 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА

### 7.1 Расчет воздухообмена помещений общественного назначения

Расходы воздуха во встроено-пристроенных помещениях определяются по кратностям воздухообмена по формуле:

$$L = k \cdot V_{\text{пом пом}},$$

где  $k$  – кратность воздухообмена, 1/ч, определяется по таблицам, представленным в [8], [9];

$V_{\text{пом}}$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Также расходы воздуха во встроено-пристроенных помещениях определяются по санитарной норме на дыхание людей по формуле

$$L = N \cdot L_{\text{сан}}$$

где  $N$  – количество людей, чел;

$L_{\text{сан}}$  – расход воздуха по санитарной норме на дыхание 1 человека, м<sup>3</sup>/(ч·чел) определяется по [8].

Примем площадь одного рабочего места в офисе для сотрудника, работающего на компьютере с плазменным или жидкокристаллическим монитором, просторную, равную 10 м<sup>2</sup>.

Тогда по общей площади помещения 119,2 м<sup>2</sup>

$$N = \frac{119,2}{10} = 12 \text{ чел.}$$

$$L = 12 \cdot 40 = 480 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Результаты расчета сведены в таблицу 7.1

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Таблица 7.1 Расчет воздухообмена по нормативной кратности

Номер помещения	Наименование помещения	Объем, V, м <sup>3</sup>	Внутренняя температура, тв, °С	кратность, К, ч-1		L, м <sup>3</sup> /ч		Система
				Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка	
Первый этаж								
01	Офис	573.1	19	по расчету, 40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		480	480	В1,П1
03	СУ	19.7	16		50		50	ВЕ 13
04	Офис	406.2	19	по расчету, 40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		360	360	В1
06	СУ	19.7	16		50		50	ВЕ
07	Кабинет	26.7	19	по расчету, 40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		40	40	П1,В1
08	Офис	290.3	19	по расчету, 40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		240	240	В2,П2
010	СУ	22.0	16		50		50	ВЕ
013	Офис	746.2	19	по расчету, 40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		640	640	В2,П2
014	СУ	17.8	16		50		50	ВЕ 14
017	Вестибюль	221.4	16	-	-	-	-	-
018	Колясочная	29.5	16	-	-	-	-	-
019	СУ	7.5	16		50		50	В3
020	КУИ	7.5	16		50		50	В3

## 7.2 Расчет воздухообмена жилой части

В жилых зданиях проектируется вентиляция с естественным побуждением. Воздух удаляется из мест максимального загрязнения (санузлы, кухни). Расчет сечения вытяжных каналов естественной вентиляции выполняется следующим образом: рассчитывается норма вытяжки из санузлов и кухонь (60м<sup>3</sup>/ч – из кухни с электроплитой, 50м<sup>3</sup>/ч – из санузла); сечение вытяжных каналов рассчитывается на максимальную из двух полученных норм

Таблица 7.2 Расчет воздухообменов жилой части

Номер помещения	Наименование помещения	F, м <sup>2</sup>	Внутренняя температура, тв, °С	Норма притока м <sup>3</sup> /ч	Норма вытяжки м <sup>3</sup> /ч	Сечение канала	Решётка
1	УК	12.9	21	-	60	200x300	АМН 200 X100
49	СУ	4.65	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
3	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
4	СУ	3.7	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
7	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
9	СУ	3.6	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
10	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
12	СУ	3.6	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
14	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
16	СУ	3.6	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
19	К	11.4	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
20	СУ	4.8	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
24	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
26	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
28	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
30	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
31	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
33	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
36	К	4.8	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
38	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
40	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
41	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		
44	К	9	19	-	60	200x300	АМН 200 X100
46	СУ	3.4	24	-	50	200x300	АМН 200 X100
Итого					110		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР

Лист

34

### 7.3 Подбор воздухораспределителей

Максимальная скорость на воздухораспределителе  $v_{вр} = 3 \frac{м}{с}$ . Один воздухораспределитель обслуживает площадь не более  $36 м^2$ .

1) Определим суммарную площадь воздухораспределителей  $F$ :

$$F = \frac{L_p}{3600 \cdot v_{вр}}, \text{ где} \quad (6.3.1)$$

$L_p$  – расчетный расход воздуха

$$L_p = \frac{G}{\rho} \quad (6.3.2)$$

$$L_p = \frac{480}{1,19} = 403 \frac{м^3}{ч}$$

$$F = \frac{403}{3600 \cdot 3} = 0,044 м^2$$

2) Определим расчетное количество воздухораспределителей:

$$N = \frac{F}{36} \quad (6.3.3)$$

$$N = \frac{119,1}{36} = 4 \text{ шт.}$$

3) Определим расчетную площадь воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{F}{N} \quad (6.3.4)$$

$$f_p = \frac{0,044}{4} = 0,011 м^2$$

К установке принимаем решетку фирмы «АРКТОС» АМН 200х100,

$$F_o = 0,018 м^2.$$

4) Пересчитаем фактическую скорость на выходе из воздухораспределителя:

$$v_{ф} = \frac{L_p}{3600 \cdot n \cdot f_p} \quad (6.3.5)$$

$$v_{ф} = \frac{480}{3600 \cdot 4 \cdot 0,018} = 1,9 \frac{м}{с}$$

Подбор воздухораспределителей на вспомогательные помещения сведены в таблицу 6.3.1

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 6.3.1 Подбор воздухораспределителей

Номер помещен	Наименование	Площадь помещен	Расход воздуха	Fсумм	Фактическое	fp	Распределитель	Fo	Vф
Первый этаж									
01	ОФИС	119.1	480	0.044	4	0.011	АМН 200x100	0.018	1.9
03	СУ	3.7	50	0.005	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8
04	ОФИС	75.9	360	0.03	3	0.011	АМН 200x100	0.018	1.9
06	СУ	3.7	50	0.005	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8
07	КАБИНЕ	5.0	40	0.00	1	0.004	АМН 200x100	0.018	0.6
08	ОФИС	77.3	240	0.022	4	0.006	АМН 200x100	0.018	0.9
010	СУ	4.1	50	0.00	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8
013	ОФИС	139.5	640	0.06	4	0.015	АМН 200x100	0.018	2.5
012	СУ	3.3	50	0.00	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8
014	СУ	10.3	60	0.01	1	0.006	АМН 200x100	0.018	0.9
019	СУ	1.4	50	0.00	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8
020	КУИ	1.4	50	0.005	1	0.005	АМН 200x100	0.018	0.8

## 8 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

### 8.1 Аэродинамический расчет системы естественной вентиляции жилых помещений

Рассчитаем систему естественной вытяжной вентиляции ВЕ1 для кухни.  
Для работы естественной вентиляции должно выполняться неравенство:

$$\Delta P_e \geq \Delta P_{\text{пот}},$$

где  $\Delta P_e$  – естественный перепад давления, Па;

$\Delta P_{\text{пот}}$  – потери давления в канале, Па;

Естественный перепад давления вычисляется по формуле:

$$\Delta P_e = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_{\text{вн}}), \quad (7.1)$$

где  $g$  - ускорение свободного падения,  $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;

$h$  – высота от центра вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты (по схеме графической части), м;

$\rho_n, \rho_{\text{вн}}$  – разность плотностей наружного и внутреннего воздуха соответственно, кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле 8.2:

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \quad (7.2)$$

$$\rho_n = \frac{353}{273 + 5} = 1,27 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{вн}} = \frac{353}{273 + 21} = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Для расчета принимаются наиболее характерные участки систем (системы вентиляции угловых кухонь 2-13 этажей) ВЕ1.

Рассчитаем естественный перепад давления:

2-й этаж:

$$\Delta P_e = 9,81 \cdot 1,2 \cdot (1,27 - 1,20) = 0,82 \text{ Па}$$

Перепад давления на остальных этажах считается аналогично.

Определяем требуемую площадь поперечного сечения воздуховодов:

$$F = \frac{L_p}{3600 \cdot v_{\text{рек}}}, \quad (7.3)$$

По найденной площади необходимо подобрать размеры прямоугольного воздуховода  $a$  х  $b$ . После выбора стандартных размеров пересчитывается скорость воздуха в воздуховоде по формуле:

$$v = \frac{L_p}{3600 \cdot a \cdot b} \quad (7.4)$$

По размерам,  $a$  и  $b$  рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}, \quad (7.5)$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

По номограммам и справочным таблицам определяем удельные линейные потери давления  $R$ , Па/м, которые для прямоугольных воздуховодов зависят от  $\vartheta$  и  $d_{\text{экв}}$ .

Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = R \cdot l \cdot \beta_{\text{вш}}, \quad (7.6)$$

где  $\beta_{\text{вш}}$  – коэффициент шероховатости, для стальных воздуховодов принимаем равным 1.

Потери давления на местные сопротивления определяются по формуле:

$$\Delta P_M = \sum \xi i \cdot P_D, \quad (7.7)$$

$$P_D = \frac{\rho \cdot \vartheta^2}{2}, \quad (7.8)$$

где  $\sum \xi i$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, принимаются из таблиц 25.1 – 25.13 приложения [10].

Суммарные потери давления по участкам магистрального направления определяются по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_L + \Delta P_M \quad (8.9)$$

В конце определяется невязка ответвлений:

$$N = \Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}$$
$$\Delta P_{\text{маг}} \cdot 100\% \leq 15\% \quad (8.10)$$

где  $\Delta P_{\text{маг}}$  – сумма потерь давления на участках магистрали от точки присоединения ответвления до последнего участка

В качестве примера рассчитаем участок 1 системы ВЕ1 2 этаж.

1. Расход воздуха на первом участке  $L = 60$  м<sup>3</sup>/ч, длина участка 1,5 м.

2. Задаем размеры поперечного сечения воздуховодов равными 200×300 мм, а площадь  $F=0,06$  м<sup>2</sup>.

3. Скорость воздуха в воздуховоде:

$$\vartheta = \frac{60}{3600 \cdot 0,2 \cdot 0,3} = 0,278 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. По размерам,  $a$  и  $b$  рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 300}{200 + 300} = 240 \text{ мм}$$

По номограмме определяем удельные линейные потери давления, равные  $R = 0,01$  Па/м. Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = 0,01 \cdot 1,5 \cdot 1 = 0,015 \text{ Па}$$

Где  $\beta_{\text{вш}} = 1$  для стали с коэффициентом шероховатости  $k_z = 0,1$ .

5. Коэффициенты местных сопротивлений на данном участке:

- Воздухораспределительная решетка  $z=1,5$ ;
- Отвод прямоугольного сечения под 90  $z=0,32$  3 шт.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР				

Потери давления на местные сопротивления равны:

$$P_d = \frac{1,2 \cdot 0,278^2}{2} = 0,05 \text{ Па}$$

$$\Delta P_m = 2,46 \cdot 0,05 = 0,12 \text{ Па}$$

6. Суммарные потери давления по участкам магистрального направления:

$$\Delta P = 0,13 \text{ Па}$$

Потери давления в канале составляют 0,13 Па.

$$0,8 \text{ Па} \geq 0,13 \text{ Па},$$

Условие выполняется.

Таблица 7.1.1 Расчет системы естественной вентиляции

№	h	Pe	Pi
2	1.2	0.8	0.13
3	4.010	2.8	0.2
4	6.860	4.7	1
5	9.710	6.7	2
6	12.560	8.6	1
7	15.410	10.6	1
8	18.260	12.5	1
9	21.110	14.5	1
10	23.960	16.5	2
11	26.810	18.4	2
12	29.660	20.4	2
13	32.510	22.3	10

Аэродинамический расчет систем вентиляции приведен в таблице Д.1 приложения Д.

Расчетную схему смотри графическую часть л.6

## 8.2. Аэродинамический расчет приточной системы П1 вентиляции офисного помещения №1

В качестве примера рассчитаем участок 1 (рис. 7.2.1). Расход воздуха на участке  $L = 120 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ . Длина участка  $l = 2,3$  м. Принимаем воздуховод 300x200, площадь сечения  $F = 0,06 \text{ м}^2$ .

Расчет:

1. Скорость воздуха в воздуховоде:

$$v = \frac{120}{3600 \cdot 0,3 \cdot 0,2} = 0,556 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2. По размерам,  $a$  и  $b$  рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экр}} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 200}{300 + 200} = 240 \text{ мм}$$

По номограмме определяем удельные линейные потери давления, равные  $R = 0,01$  Па/м. Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = 0,03 \cdot 2,3 \cdot 1 = 0,1 \text{ Па}$$

Где  $\beta_{\text{вн}} = 1$  для стали с коэффициентом шероховатости  $k_{\text{э}} = 0,1$ .

3. Коэффициенты местных сопротивлений на данном участке:

- Воздухораспределительная решетка  $z=2,2$ ;

Потери давления на местные сопротивления равны:

$$P_{\text{д}} = \frac{1,2 \cdot 0,556^2}{2} = 0,2 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{м}} = 2,2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ Па}$$

4. Суммарные потери давления на участке:

$$\Delta P = 0,5 \text{ Па}$$

Расчет остальных участков приточной системы П1 представлен в приложении Д.

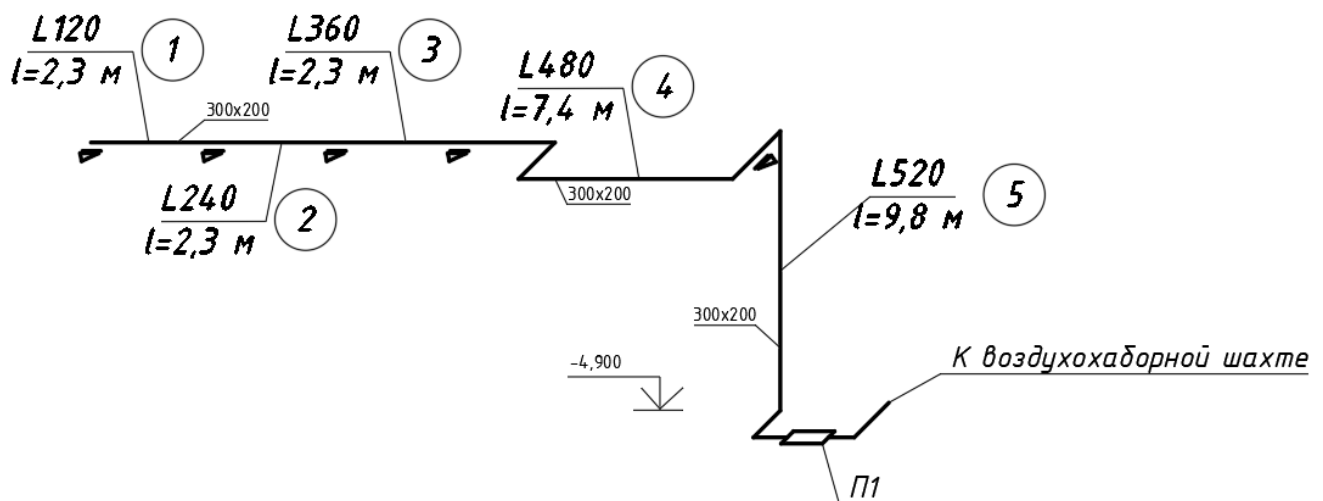


Рисунок 7.2.1 — Расчетная схема вентиляционной системы П1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



### 8.3 Аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции В1

В качестве примера рассчитаем участок 1 (рис. 7.3.1). Расход воздуха на участке  $L = 120 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ . Длина участка  $l = 1,4$  м. Принимаем воздуховод 300x200, площадь сечения  $F = 0,06 \text{ м}^2$ .

Расчет:

1. Скорость воздуха в воздуховоде:

$$v = \frac{120}{3600 \cdot 0,3 \cdot 0,2} = 0,556 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. По размерам,  $a$  и  $b$  рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 200}{300 + 200} = 240 \text{ мм}$$

По номограмме определяем удельные линейные потери давления, равные  $R = 0,01 \text{ Па/м}$ . Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = 0,03 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,04 \text{ Па}$$

Где  $\beta_{\text{вн}} = 1$  для стали с коэффициентом шероховатости  $k_{\text{э}} = 0,1$ .

3. Коэффициенты местных сопротивлений на данном участке:

- Воздухораспределительная решетка  $z=1,5$ ;

Потери давления на местные сопротивления равны:

$$P_d = \frac{1,2 \cdot 0,556^2}{2} = 0,2 \text{ Па}$$

$$\Delta P_M = 1,5 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ Па}$$

4. Суммарные потери давления на участке:

$$\Delta P = 0,3 \text{ Па}$$

Расчет остальных участков основных направлений вытяжной системы представлен в приложении Д.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

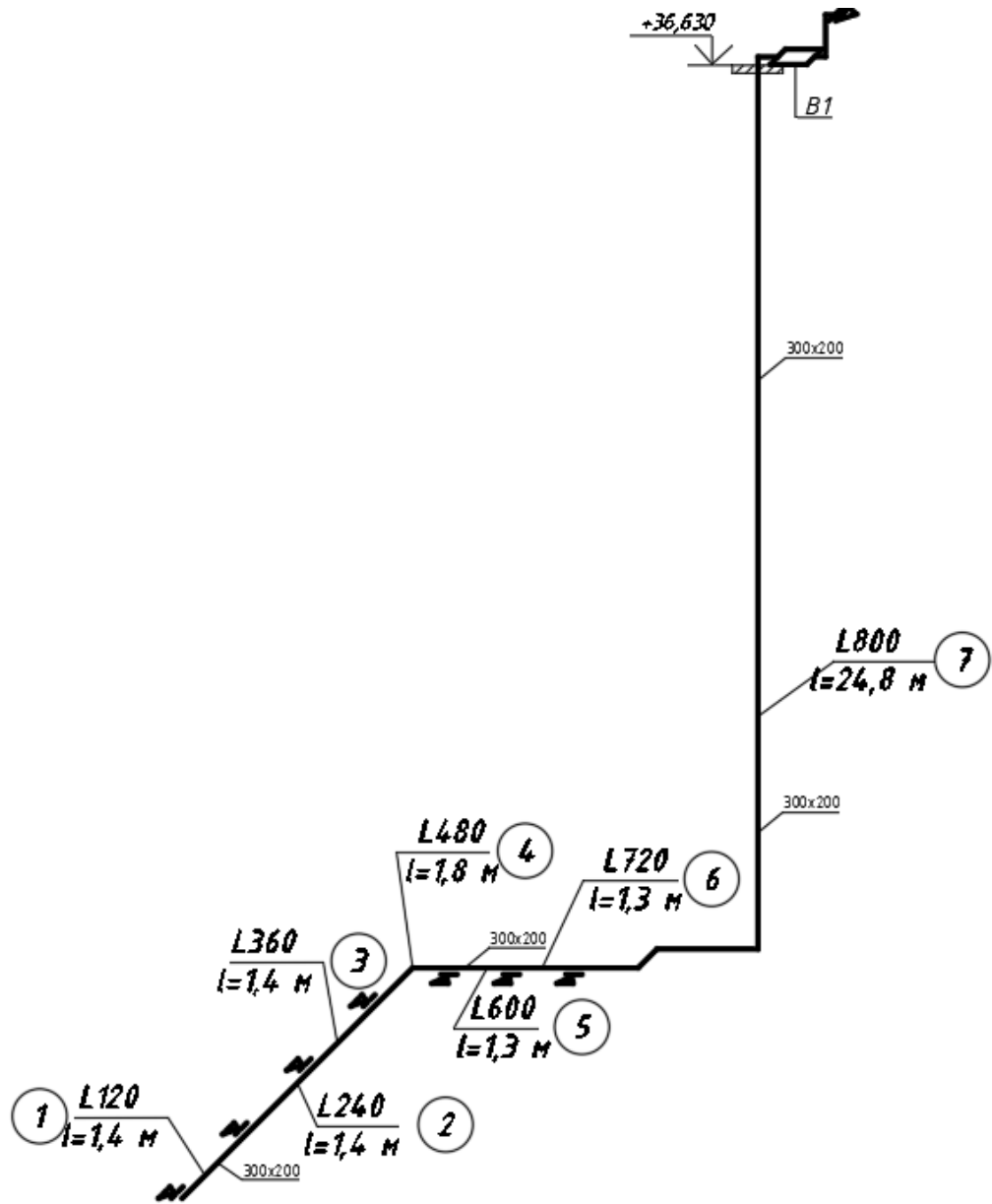


Рисунок 7.3.1 — Расчетная схема вентиляционной системы В1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 9 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

### 9.1 Подбор приточной установки П1

Произведем подбор приточной установки П1.

Суммарный расход через приточную установку П1 составляет: 520 м<sup>3</sup>/ч.

Потери давления на основном направлении были вычислены в результате аэродинамического расчета и составили 20 Па.

В приточную установку подбираются следующие элементы: воздушный клапан, фильтр, калорифер, вентилятор, шумоглушитель.

Подбор данного оборудования производился в приложении подбора вентиляционного оборудования компании «DexVent». В результате работы программы было подобрано следующее оборудование:

- фильтр F3;
- вентилятор V40-20;
- воздухонагреватель W40-20/2R;
- шумоглушитель S40-20;
- воздушный клапан Z40-20;

### 9.2 Подбор вытяжной установки В1

Произведем подбор вытяжной установки В1. Подбор производился в приложении подбора вентиляционного оборудования компании «DexVent». Суммарный расход через вытяжную установку В1 составляет: 800 м<sup>3</sup>/ч. Потери давления на основном направлении составили 47 Па.

В вытяжную установку подбираются следующие элементы:

- вентилятор V50-25;
- шумоглушитель S50-25.

Все результаты подбора представлены в приложении Е.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ

В данном разделе выполняется автоматизация приточной установки П1 встроенного помещения на 1 этаже.

### 10.1 Характеристика объекта регулирования

Приточная установка включается в себя следующие элементы:

- 1) воздухоприемный клапан;
- 2) секция очистки воздуха;
- 3) водяной воздухонагреватель (калорифер);
- 4) вентилятор;
- 5) шумоглушитель;

Целью автоматизации объекта является выполнение следующих задач:

- 1) автоматическое регулирование технологических параметров;
- 2) контроль параметров воздуха;
- 3) блокировка и защита оборудования;
- 4) технологическая и аварийная сигнализация;

### 10.2 Контроль параметров

Предусмотрен контроль следующих параметров:

- 1) температура приточного воздуха;
- 2) температура воздуха за калорифером;
- 3) температура обратной воды;
- 4) перепад давления на фильтре;
- 5) работа воздушного клапана;
- 6) перепад давления на вентиляторе.

Контроль производится следующими элементами системы:

Температурные датчики:

- А) канальный датчик температуры (11-1);
- Б) датчик температуры обратной воды (7-1).

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Местные приборы:

А) дифференциальный манометр (3-7) для контроля загрязнения фильтра;

Б) дифференциальный манометр (10-1) для контроля работы вентилятора.

### **10.3 Описание работы системы автоматизации**

Контроллер считывает показания с датчиков температуры приточного воздуха и воздуха внутри помещения (11-1), и корректирует при помощи трехходового регулирующего клапана, который контролирует размер проходного сечения смесительного участка, подмешивая теплоноситель из обратного трубопровода, обеспечивая тем самым качественное регулирование температуры воздуха на выходе из приточной установки.

Кроме того, на вентиляторе установлен датчик перепада давления (PDS 10-1), при помощи которого контроллер следит за поддержанием постоянного перепада давления в воздуховодах.

### **10.4 Блокировки и защита оборудования**

Защита в системе выполняется от замораживания калорифера. Защита производится путем контроля минимальной допускаемой температуры воздуха за калорифером (10°C) (TS 8-1) и температуры на выходе из калорифера (5°C) (TE 7-1), выставленной в термостате защиты от замерзания. Считается, что во избежание замораживания достаточно иметь температуру на внутренней поверхности трубок 5°C. Это достигается при температуре обратной воды в калорифере 25-30°C, также для правильной работы корпус термостата должен находиться в помещении с температурой не менее 10°C. При достижении установленной минимальной температуры воздуха сигнал поступает на контроллер, который в свою очередь отдает команду закрытия воздушного клапана на входе в агрегат (HSA 1-2), остановку двигателя вентилятора и максимальное открытие водяного клапана по подающему трубопроводу (HSA 4 - 2).

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Блокировка в системе выполняется от следующих ситуаций:

При запуске системы в случае отрицательной наружной температуры происходит задержка запуска приточного вентилятора на 15 мин, в течение которых работает подогрев воздушного клапана. В последние 120 секунд производится прогрев калорифера пропуском горячей воды при полном открытии клапана и пуске циркуляционного насоса.

### **10.5 Сигнализация**

В блоке управления и автоматизации системы предусматривается технологическая и аварийная сигнализация.

Технологическая сигнализация предназначена для отображения состояния объекта и позволяет вести наблюдение за параметрами регулирования. Аварийная сигнализация необходима в случаях, которые могут привести к аварии оборудования, и снабжена световым источником. Внешний пульт дистанционного управления вырабатывает следующие сигналы:

Защита от замораживания. При угрозе замораживания загорается индикатор «Мороз». Включается защита от замораживания.

Аварийный сигнал загрязнения фильтра. При загрязнении фильтра датчик перепада давления (PDS 3-1) отправляет сигнал на контроллер о превышении допустимого значения, после чего загорается индикатор «Фильтр». Также индикатор «Вентилятор», сигнализирующий о неисправности вентилятора в ходе измерения перепада давления (PDS 10-1). Сигнал «Заслонка», показывающая в каком положении находится воздушный клапан (открыт/закрыт), сигнал «Насос» - показывающая состояние работы насоса, «Пуск» - проверка включения вентилятора.

### **10.6 Вывод**

С помощью проектирования системы автоматизации приточной установки достигается автоматическое регулирование технологических параметров, контроль параметров воздуха, что позволяет снижать

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

энергозатраты при эксплуатации оборудования. Также система автоматизации осуществляет блокировку и защиту оборудования в случае аварии, предусмотрена технологическая и аварийная сигнализация.

Автоматика позволяет поддерживать комфортные параметры воздуха в помещении с помощью контроля температуры и расхода воздуха.

Функциональная схема автоматизации приточной установки представлена в графической части.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над выпускной квалификационной работы в секции жилого здания со встроенными помещениями были предложены конструктивные решения по проектированию систем отопления и вентиляции.

Основная часть пояснительной записки состоит из теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций, расчета теплотерь помещений здания и определению требуемого воздухообмена, гидравлический расчет систем отопления жилой части и встроенного помещения, аэродинамический расчет системы вентиляции, подбор отопительных приборов, а также подбор приточной и вытяжной установки.

В жилом здании запроектированы системы отопления, однотрубные с тупиковым движением теплоносителя. В помещениях жилой части запроектирована система естественной вентиляции для удаления воздуха из кухонь и санузлов.

Во встроенных помещениях запроектированы двухтрубные системы отопления для каждого помещения. Также разработаны приточная и вытяжная системы вентиляции для обеспечения параметров микроклимата в помещениях общественного назначения.

Разработана система автоматизации, которая автоматически поддерживает оптимальные условия работы для персонала. Наличие защит и блокировок способствует более надежной и долговечной работе оборудования, а так же позволяет своевременно обнаружить и устранить неполадки и аварии.

Все расчеты выполнены в соответствии с нормативной и справочной литературой.

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*. - М.: Изд-во стандартов, 2018;
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. - М.: Стандартинформ, 2013;
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М.: Минрегион России, 2012;
4. СТО НП АВОК 2.1 -2008 Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена / НП «АВОК». – М.:2008;
5. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная версия СНиП 41-01-2003.- М.: Минрегион России, 2012;
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканами и др.; Под общ. ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
7. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6) - М.: Изд-во стандартов, 1977. -6с;
8. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке; Термокул, 2004г., 373 стр.;
9. Каменев, П. Н. Вентиляция Текст учебник для вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" направления "Стр-во" П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.
- 10.Проектирование систем автоматического регулирования: учебное пособие / А.В. Волощенко, Д.Б. Горбунов; ТПУ – Томск: Издательство ТПУ, 2011. – 108 с;
- 11.СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: ГУП ЦПП, 1998.
- 12.СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008
- 13.ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации / Стандартинформ – М.:2016;
- 14.ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент (с Изменением N 1) - М.: Изд-во стандартов.:1991. -7с;
- 15.ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации / Стандартинформ – М.:2016

					08.03.01.2021.222.03 ПЗ ВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 Расчет теплотерь помещения через наружные ограждения

№ помещения	наименование помещения; тп, °С	характеристика ограждения				коэффициент теплопередачи, Вт/м <sup>2</sup> ·°С	п (Вт·ч)	основные теплотери, Вт	добавочные		теплотери через ограждение, Вт
		наименование	ориентация по сторонам света	размеры, м	площадь, м <sup>2</sup>				на ориентацию	прочие	
<b>1 ЭТАЖ</b>											
01	Офисное помещение	НС1	З	5,35 x 9,4	50.3	0.22	51	564	0.05	-	593
		НС2	Ю	5,35 x 7,6	40.66	0.22	51	456		-	456
		НС3	В	5,35 x 7,4	39.6	0.22	51	444	0.1	-	489
		Пол I-з			52.2	0.32	30.6	511		-	511
		Пол II-з			41	0.18	30.6	226		-	226
		Пол III-з			24.4	0.104	30.6	78		-	78
		Пол IV-з			4.65	0.06	30.6	9		-	9
		ОК	З	1,3 x 0,9	1.17	1.38	51	82	0.05	-	86
ДВ	В	1,47 x 2	2.94	1.38	51	207	0.1	-	228		
Итого по помещению											2675
02	Тамбур	НС	Ю	5,35 x 2,5	13.4	0.22	48	142		-	142
		ДВ	В	1,47 x 2	2.94	1.38	48	195	0.1	-	214
		Пол I-з			3.87	0.32	30.6	38		-	38
Итого по помещению											394
03	СУ	НС	Ю	5,35 x 3	16	0.22	48	169		-	169
		Пол I-з			4.2	0.32	30.6	41		-	41
Итого по помещению											210
04	Офисное помещение	НС	В	5,35 x 4,3	23	0.22	51	258	0.1	-	284
		ОК	В	1,3 x 0,9	1.17	1.38	51	82	0.1	-	91
		Пол I-з			9.1	0.32	30.6	89		-	89
		Пол II-з			19.6	0.18	30.6	108		-	108
		Пол III-з			19.4	0.104	30.6	62		-	62
		Пол IV-з			8.5	0.06	30.6	16		-	16
Итого по помещению											649
05	Тамбур	ДВ	В	1,47 x 2	2.94	1.38	48	195	0.1	-	214
		Пол I-з			3.7	0.32	30.6	36		-	36
Итого по помещению											250
06	СУ	Пол I-з			2.1	0.32	30.6	21		-	21
		Пол II-з			2.1	0.18	30.6	12		-	12
Итого по помещению											32
07	Кабинет	Пол I-з			5.7	0.32	30.6	56		-	56
		НС	З	2,7 x 5,35	14.4	0.22	51	162	0.05	-	170
		ОК	З	1,3 x 0,9	1.17	1.38	51	82	0.05	-	86
Итого по помещению											312
08	Офисное помещение	НС	В	5,35 x 12	64.2	0.22	51	720	0.1	-	792
		ОК 2шт	В	1,3 x 0,9	2.34	1.38	51	165	0.1	-	181
		Пол I-з			19.6	0.32	30.6	192		-	192
		Пол II-з			23.6	0.18	30.6	130		-	130
Пол III-з			18.7	0.104	30.6	60		-	60		
Итого по помещению											1355

Продолжение приложения А

09	Тамбур	ДВ	В	1,47 х 2	2.94	1.38	48	195	0.1	-	214
		Пол I-з			3.24	0.32	30.6	32		-	32
Итого по помещению											246
010	СУ	Пол IV-з			4.7	0.06	30.6	9		-	9
011	Коридор	Пол II-з			2.4	0.18	30.6	13		-	13
		Пол III-з			2.2	0.104	30.6	7		-	7
		Пол IV-з			2.47	0.06	30.6	5		-	5
Итого по помещению											25
012	Тамбур	ДВ	В	1,47 х 2	2.94	1.38	48	195	0.1	-	214
		Пол I-з			2	0.32	30.6	20		-	20
Итого по помещению											234
013	Офисное помеще- ние	НС1	З	5.35 х 12.4	66	0.22	51	741	0.05	-	778
		НС2	С	5.35 х 7,7	41	0.22	51	460	0.1	-	506
		НС3	В	5.35 х 10	53.5	0.22	51	600	0.1	-	660
		Пол I-з			58.3	0.32	30.6	571		-	571
		Пол II-з			54.6	0.18	30.6	301		-	301
		Пол III-з			37.4	0.104	30.6	119		-	119
		Пол IV-з			8.8	0.06	30.6	16		-	16
		ОК 4шт	З	1.3 х 0.9	4.68	1.38	51	329	0.05	-	346
		ОК 3шт	В	1.3 х 0.9	3.51	1.38	51	247	0.1	-	272
	ДВ		1,47 х 2	2.94	1.38	51	207		-	207	
Итого по помещению											3775
014	СУ	НС		5.35 х 3	16	0.22	48	169		-	169
		Пол I-з			3.8	0.32	30.6	37		-	37
Итого по помещению											206
015	Тамбур	НС	С	5.35 х 2.5	13.3	0.22	48	140	0.1	-	154
		Пол I-з			4.42	0.32	30.6	43		-	43
		ДВ	В	1,47 х 2	2.94	1.38	48	195	0.1	-	214
Итого по помещению											412
016	Тамбур	ДВ	З	1,47 х 2	2.94	1.38	48	195	0.05	-	204
		Пол I-з			4.05	0.32	30.6	40		-	40
		Пол II-з			3.97	0.18	30.6	22		-	22
Итого по помещению											266
017	Вестибю- ль	Пол I-з			17.6	0.32	30.6	172		-	172
		Пол II-з			18.3	0.18	30.6	101		-	101
		Пол III-з			11.3	0.104	30.6	36		-	36
Итого по помещению											309
018	Колясоч- ная	Пол IV-з			6.3	0.06	30.6	12		-	12
019	СУ	Пол IV-з			1.6	0.06	30.6	3		-	3
020	КУИ	Пол IV-з			1.6	0.06	30.6	3		-	3
021	Тамбур	ДВ	З	1,47 х 2	2.94	1.38	48	195	0.05	-	204
		Пол I-з			3.16	0.32	30.6	31		-	31
Итого по помещению											235
<b>Итого по этажу</b>											<b>11453</b>

Продолжение приложения А

2-12 ЭТАЖИ											
1	УК	НС	Ю	5,76 x 2,65	15.3	0.237	53	192	0.0	-	192
		НС	3	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											535
2	ЖК	НС	3	2.65x3.2	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											342
3	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											329
6	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											342
7	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											329
10	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											329
13	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											342
14	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ОК	3	1,3 x 0,91	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											329
17	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											342
18	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											342
19	УК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		НС	С	4,6 x 2,65	12.2	0.237	53	153	0.1	-	169
		ОК	С	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											522
20	СУ	НС	С	3,1 x 2,65	8.21	0.237	56	109	0.1	-	120
Итого по помещению											120
22	УЖК	НС	С	5,75 x 2,65	15.2	0.237	55	198	0.1	-	218
		НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	55	111	0.1	-	122
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	55	228	0.1	-	250
Итого по помещению											590
23	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
24	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.1	-	113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											345

Продолжение приложения А

27	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
28	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	51	103	0.1	-	113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											345
31	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.1	-	113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											345
34	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
35	ЖК	НС	В	2,1 x 2,65	5.5	0.237	53	69	0.1	-	76
36	К	НС	В	2,67 x 2,65	7	0.237	53	88	0.1	-	97
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											338
39	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
40	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
44	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
47	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
48	УЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	55	111	0.1	-	122
		НС	Ю	5,76 x 2,65	15.2	0.237	55	198	0	-	198
		ОК	Ю	1,5 x 2	3	1.38	55	228	0	-	228
Итого по помещению											548
49	СУ	НС	Ю	3,1 x 2,65	8.2	0.237	56	109	0	-	109
<b>ИТОГО ПО ЭТАЖУ</b>											<b>9411.5</b>

Продолжение приложения А

13 ЭТАЖ											
1	УК	НС	Ю	5.76 x 2,65	15.3	0.237	53	192	0.0	-	192
		НС	3	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	112
		ПТ		4,3 x 3	12.9	0.144	47.7	89			89
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	230
Итого по помещению											623
2	ЖК	НС	3	2.65x3.2	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											456
3	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											389
4	СУ	ПТ		1,4 x 2,4	3.7	0.144	50.4	27			27
5	Коридор	ПТ		1,34 x 1,34	1.8	0.144	45	12			12
6	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											456
7	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											389
8	Коридор	ПТ		1,3 x 2,4	3.1	0.144	45	20			20
9	СУ	ПТ		1,5 x 2,4	3.6	0.144	50.4	26			26
10	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											389
11	Коридор	ПТ		1,3 x 2,4	3.1	0.144	45	20			20
12	СУ	ПТ		1,5 x 2,4	3.6	0.144	50.4	26			26
13	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											456
14	К	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.05	-	108
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	3	1,3 x 0,91	3	1.38	51	211	0.05	-	222
Итого по помещению											389
15	Коридор	ПТ		1,3 x 2,4	3.1	0.144	45	20			20
16	СУ	ПТ		1,5 x 2,4	3.6	0.144	50.4	26			26
17	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											456
18	ЖК	НС	3	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	3	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.05	-	230
Итого по помещению											456

Продолжение приложения А

19	УК	НС	З	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.05	-	112
		НС	С	4,6 x 2,65	12.2	0.237	53	153	0.1	-	169
		ПТ		3 x 3,8	11.4	0.144	47.7	78			78
		ОК	С	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											600
20	СУ	НС	С	3,1 x 2,65	8.21	0.237	56	109	0.1	-	120
		ПТ		1,5 x 3,2	4.8	0.144	50.4	35			35
Итого по помещению											155
21	Коридор	ПТ			9.54	0.144	45	62			62
22	УЖК	НС	С	5,75 x 2,65	15.2	0.237	55	198	0.1	-	218
		НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	55	111	0.1	-	122
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	49.5	118			118
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	55	228	0.1	-	250
Итого по помещению											590
23	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											359
24	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.1	-	113
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											404
25	Коридор	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	45	22			22
26	СУ	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	50.4	25			25
27	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											472
28	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	51	103	0.1	-	113
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											405
29	Коридор	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	45	22			22
30	СУ	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	50.4	25			25
31	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	51	102	0.1	-	113
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	51	211	0.1	-	232
Итого по помещению											404
32	Коридор	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	45	22			22
33	СУ	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	50.4	25			25
34	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.48	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											472
35	ЖК	НС	В	2,1 x 2,65	5.5	0.237	53	69	0.1	-	76
		ПТ		3,8 x 3	11.4	0.144	47.7	78			78
Итого по помещению											154
36	К	НС	В	2,67 x 2,65	7	0.237	53	88	0.1	-	97
		ПТ		1,6 x 3	4.8	0.144	45.9	32			32
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											370

Продолжение приложения А

37	Коридор	ПТ		1,6 x 3	4.8	0.144	45	31			31
38	СУ	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	50.4	25		-	396
39	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											472
40	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											418
41	Коридор	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	45	22			22
42	СУ	ПТ		1,6 x 2,4	3.8	0.144	50.4	28			28
44	К	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		3 x 3	9	0.144	45.9	59			59
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											418
45	Коридор	ПТ		1,4 x 2,4	3.4	0.144	45	22			22
46	СУ	ПТ		1,6 x 2,4	3.8	0.144	50.4	28			28
47	ЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	53	107	0.1	-	117
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	47.7	113			113
		ОК	В	1,5 x 2	3	1.38	53	219	0.1	-	241
Итого по помещению											472
48	УЖК	НС	В	3,2 x 2,65	8.5	0.237	55	111	0.1	-	122
		ПТ		5,5 x 3	16.5	0.144	49.5	118			118
		НС	Ю	5,76 x 2,65	15.2	0.237	55	198	0	-	198
		ОК	Ю	1,5 x 2	3	1.38	55	228	0	-	228
Итого по помещению											665
49	СУ	НС	Ю	3,2 x 1,5	8.2	0.237	56	109	0	-	109
		ПТ		3,17 x 1,47	4.65	0.144	50.4	34			34
Итого по помещению											143
50	Коридор	ПТ			9.3	0.144	45	60			60
43	Межквартирный коридор	ПТ		30,3 x 1,8	54.5	0.144	45	353			353
<b>ИТОГО ПО ЭТАЖУ</b>											<b>12749</b>
22	ЛК	НС 1 эт.	3	2.84 x 4.69	13.3	0.22	48	140.4	0.05		147
		НС	3	2.84 x 32.41	92	0.237	48	1046.6	0.05		1099
		ОК 12 шт	3	1.5 x 1.5	27	1.38	48	1788.5	0.05		1878
		ДВ	3	1,47 x 2	2.94	1.38	48	194.7	0.05	9.2	1996
		ПТ			19.8	0.144	43.2	123.2			123
		Пол I-з			7.20	0.32	28.8	66.4			66
		Пол II-з			5.1	0.18	28.8	26.4			26
Пол III-з			4.2	0.104	28.8	12.6			13		
											<b>5349</b>



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 Суммарные теплотери здания

№ пом.	Q <sub>вент</sub> , Вт	Q <sub>быт</sub> , Вт	1 этаж		2-12 этаж		13 этаж		Итого	Система отопления	Мощность Вт
			Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт	Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт	Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт			
<b>ОФИСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ</b>											
01	10090	1222	2675	13987					13987	СО №4	14591
02	-	-	394	394					394		
03	-	-	210	210					210		
04	7568	866	649	9082					9082	СО №5	10575
05	-	-	250	250					250		
06	-	-	32	32					32		
07	841	57	312	1210					1210		
08	5045	57	1355	6457					6457	СО №6	22014
09	-	-	246	246					246		
010	-	-	9	9					9		
011	13453	1591	25	15069					15069		
012	-	-	234	234					234		
013	-	-	3775	3775					3775	СО №7	4659
014	-	-	206	206					206		
015	-	-	412	412					412		
016	-	-	266	266					266		
017	-	-	309	309					309	СО №8	562
018	-	-	12	12					12		
019	-	-	3	3					3		
020	-	-	3	3					3		
021	-	-	235	235					235		
<b>ΣQ 1эт.</b>	<b>36996.8</b>	<b>3793</b>							<b>52401</b>		

№ пом.	Q <sub>вент</sub> , Вт	Q <sub>быт</sub> , Вт	1 этаж		2-12 этаж		13 этаж		Итого	№ стояка	Мощность стояка, Вт
			Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт	Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт	Q <sub>огр</sub> , Вт	ΣQ, Вт			
<b>ЖИЛАЯ ЧАСТЬ</b>											
1	1093	129			535	1757	623	1845	21169	1	21169
2	902	165			342	1409	456	1522	17021	2	17021
3	868	90			329	1287	389	1347	15504	3	15542
4	-	-			-	0	27	27	27		
5	-	-			-	0	12	12	12		
6	902	165			342	1409	456	1522	17021	4	17021
7	868	90			329	1287	389	1347	15504	5	15550
8	-	-			-	0	20	20	20		
9	-	-			-	0	26	26	26		
10	868	90			329	1287	389	1347	15504	6	15550
11	-	-			-	0	20	20	20		
12	-	-			-	0	26	26	26		
13	902	165			342	1409	456	1522	17021	7	17021
14	868	165			329	1362	389	1422	16404	8	16450
15	-	-			-	0	20	20	20		
16	-	-			-	0	26	26	26		

Продолжение приложения Б

17	902	165			342	1409	456	1522	17021	9	17021
18	902	165			342	1409	456	1522	17021	10	17021
19	868	114			522	1503	600	1582	18120		
20	-				120	120	155	155	1473	11	19655
21	-				-	0	62	62	62		
22	936	165			590	1691	590	1691	20289	12	20289
23	902	165			359	1425	359	1425	17103	13	17103
24	868	90			345	1303	404	1362	15692		
25	-				345	345	22	22	3817	14	19534
26	-				-	0	25	25	25		
27	902	165			359	1425	472	1539	17217	15	17217
28	868	90			345	1303	405	1362	15695		
29	-				-	0	22	22	22	16	15742
30	-				-	0	25	25	25		
31	868	90			345	1303	404	1362	15692		
32	-				-	0	22	22	22	17	15739
33	-				-	0	25	25	25		
34	902	165			359	1425	472	1539	17217	18	17217
35	902	114			76	1092	154	1170	13179		
36	868	48			338	1254	370	1286	15077	19	28683
37	-				-	0	31	31	31		
38	-				-	0	396	396	396		
39	901.741	165			359	1426	472	1539	17220	20	17220
40	867.713	90			359	1317	418	1376	15858		
41	-				-	0	22	22	22	21	16261
42	-				-	0	28	28	28		
43	-				-	0	353	353	353		
44	868	90			359	1317	418	1376	15858		
45	-				-	0	22	22	22	22	15907
46	-				-	0	28	28	28		
47	902	165			359	1426	472	1539	17220	23	17220
48	1093	165			548	1806	665	1923	21786		
49	-				109	109	143	143	1340	24	23186
50	-				-	0	60	60	60		
	<b>22586</b>	<b>3270</b>	<b>11611</b>	<b>52401</b>	<b>9756</b>	<b>35612</b>	<b>12749</b>	<b>38604</b>	<b>535142</b>		
	<b>ΣQвент</b>	<b>ΣQбыт</b>	<b>ΣQНОК</b>	<b>ΣQПО</b>	<b>ΣQНОК</b>	<b>ΣQПО</b>	<b>ΣQНОК</b>	<b>ΣQПО</b>	<b>ΣQ</b>		
	<b>тип. эт.</b>	<b>тип. эт.</b>	<b>1эт.</b>	<b>М 1эт.</b>	<b>тип. эт.</b>	<b>М тип. эт.</b>	<b>13эт.</b>	<b>М 13 эт.</b>			
	<b>ΣQвент=ΣQвент 1эт+ 12·ΣQвент тип. эт.=</b>									<b>308027</b>	
	<b>ΣQНОК= ΣQНОК 1эт. + 11*ΣQНОК тип. эт + ΣQНОК 13эт.=</b>									<b>131681</b>	
	<b>ΣQ=ΣQПОМ 1эт. + 11*ΣQПОМ тип. эт. + ΣQПОМ 13эт.=</b>									<b>482741</b>	
ЛК	<b>Qиф</b>		<b>Qнок</b>	<b>ΣQЛК</b>							
	832		5349	4517							
<b>ΣQзд=ΣQж.ч.+ΣQЛК=</b>									<b>487993</b>		

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 Гидравлический расчет системы отопления №1 дворового фасада

№ уч	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l, м	D <sub>у</sub> , мм	D <sub>н</sub> , мм	δ, мм	d <sub>в</sub> , мм	ω, м/с	Re	Re пред	λ	R, Па/м	ΔP <sub>тр</sub> , Па	ζ	kvs, м <sup>3</sup> /ч	ΔP <sub>мс</sub> , Па	ΔP <sub>уч</sub> , Па	ΔP <sub>сум</sub> , Па
<b>ОЦК стояк № 1</b>																		
1	189022	5212	20.8	65	75,5	4	67.5	0.42	83593	191700	0.027	34	712			37	749	749
	1. Кран шаровый полнопроходной типа UNI ISO 7/1 Ду65													-	476	12		
	2. Отвод гнутый под углом 90° Ду65 1 шт.													0.3	-	25		
2	86304	2380	18.3	50	60	3.5	53	0.31	48609	150520	0.029	26	473			293	766	1515
	Отвод гнутый под углом 90° 3 шт. Ду50													0.3		14		
	Тройник на расхождение потоков G <sub>отв</sub> /G <sub>ств</sub> =2380/5212=0,45													6.30	-	293		
3	70754	1951	5.1	40	48	3.5	41	0.42	51514	116440	0.031	66	335			232	567	2082
	Тройник на расхождение потоков G <sub>отв</sub> /G <sub>ств</sub> =1951/2380=0,82													2.66	-	232		
4	53733	1482	0.8	40	48	3.5	41	0.32	39122	116440	0.031	38	31			141	172	2254
	Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =1482/1951=0,76													2.80	-	141		
5	38191	1053	5.2	32	42.3	3.2	35.9	0.30	31756	101956	0.033	39	204			143	347	2601
	Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =1053/1482=0,71													3.30	-	143		
6	21169	584	9.2	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23318	76964	0.035	53	486			507	993	3594
	1. Отвод гнутый под углом 90° Ду25 1 шт.													0.5	-	20		
	2. Кран шаровый полнопроходной типа UNI ISO 7/1 Ду25													-	39	22		
	3.Балансировочный клапан автоматический																	
	4.Фильтр сетчатый FVR Ду25													-	16.5	125		
5. Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =584/1053=0.56													4.15	-	339			

Продолжение приложения В

Типовой этажестояк																		
7	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	3901	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
8	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
	19412	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	4088	
9	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	4395	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
10	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
	17655	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		115	261	4656	
11	Сильфонный компенсатор													1.80	-	74		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	4963	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
12	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
12	15898	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	5150	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		

Продолжение приложения В

13	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	5270	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
14	14141	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	5457	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
15	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	5764	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
16	12384	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	5951	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
17	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	6258	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
18	10627	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	6445	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		

Продолжение приложения В

19	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	6752	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
20	8870	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	6939	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
21	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	7246	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
22	7113	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	7433	
	Сильфонный компенсатор													1.80	-	74		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
23	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	7740	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	14		
24	5356	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	7927	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		

Продолжение приложения В

25	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	8234	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
26	3599	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	8421	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
27	1757	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	8728	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
28	1845	584	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.29	23331	76964	0.035	53	146		41	187	8915	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	41		
13 этажестояк																		
29	1845	292	3	20	26.8	2.8	21.2	0.24	14904	60208	0.038	49	146		161	307	9222	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	66		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	27		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	55		
5. Внезапное сужение													0.5	-	14			
													Необщие участки ОЦК: ΔР6-29=			5815		
													ΔРОЦК=			9222		

Продолжение приложения В

№ уч	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l, м	D <sub>у</sub> , мм	D <sub>н</sub> , мм	δ, мм	d <sub>в</sub> , мм	ω, м/с	Re	Re пред	λ	R, Па/м	ΔP <sub>тр</sub> , Па	ζ	kvs	ΔP <sub>мс</sub> , Па	ΔP <sub>уч</sub> , Па	ΔP <sub>сум</sub> , Па
<b>ВЦК стояк № 4</b>																		
Типовой этажестояк																		
1-3																2082		
30	15542	429	5.50	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	161			235	396	2478
	1. Кран шаровый полнопроходной типа UNI ISO 7/1 Ду25													-	39	12		
	2.Балансировочный клапан автоматический																	
	3.Фильтр сетчатый FVR Ду25													-	16.5	67		
	4. Тройник на ответление G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =429/1951=0.22													3.52	-	155		
Типовой этажестояк																		
31	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81			87	168	2646
	1. Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =51/99=0,5 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
32	14257	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80			22	102	2748
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		
33	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81			87	168	2916
	1. Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =51/99=0,5 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
34	12972	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80			62	142	3058
	Сильфонный компенсатор													1.80	-	40		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		



Продолжение приложения В

35	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	3226	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
36	11687	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	3328	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		
37	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	3394	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
38	10402	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	3496	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		
39	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	3664	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
40	9117	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	3766	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		

Продолжение приложения В

41	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	3934		
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.														1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																		
	3. Внезапное расширение														1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500														2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение														0.5	-	7		
42	7832	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	4036		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25														0.50	-	22		
43	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	4204		
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.														1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																		
	3. Внезапное расширение														1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500														2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение														0.5	-	7		
44	6547	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	4306		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25														0.50	-	22		
45	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	4474		
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.														1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																		
	3. Внезапное расширение														1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500														2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение														0.5	-	7		
46	5262	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	4576		
	Сильфонный компенсатор														1.80	-	40		
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25														0.50	-	22		

Продолжение приложения В

	1285	214	3	20	26.8	2.8	21.2	0.17	10942	60208	0.039	27	81		87	168	4744	
47	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	35		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	15		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	29		
	5. Внезапное сужение													0.5	-	7		
48	3977	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	4846	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		
49	1285	214	3	15	21.3	2.8	15.7	0.32	14775	44588	0.040	124	373		289	662	5508	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	117		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	49		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	98		
5. Внезапное сужение													0.5	-	24			
50	2692	429	2.75	25	33.5	3.2	27.1	0.21	17120	76964	0.036	29	80		22	102	5610	
	Отвод гнутый под углом 90° 2 шт. Ду25													0.50	-	22		
13 этажестояк																		
51	1347	214	3	15	21.3	2.8	15.7	0.32	14775	44588	0.040	124	373		289	662	6272	
	1. Тройник на проход $G_{\text{прох}}/G_{\text{ств}}=51/99=0,5$ 2шт.													1.20	-	117		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Внезапное расширение													1	-	49		
	4. Радиатор тип 22-500													2.00	-	98		
5. Внезапное сужение													0.5	-	24			
															Необщие участки ВЦК: $\Delta P_{30-51} =$		4190	

Расчет системы отопления №2 производится аналогично.

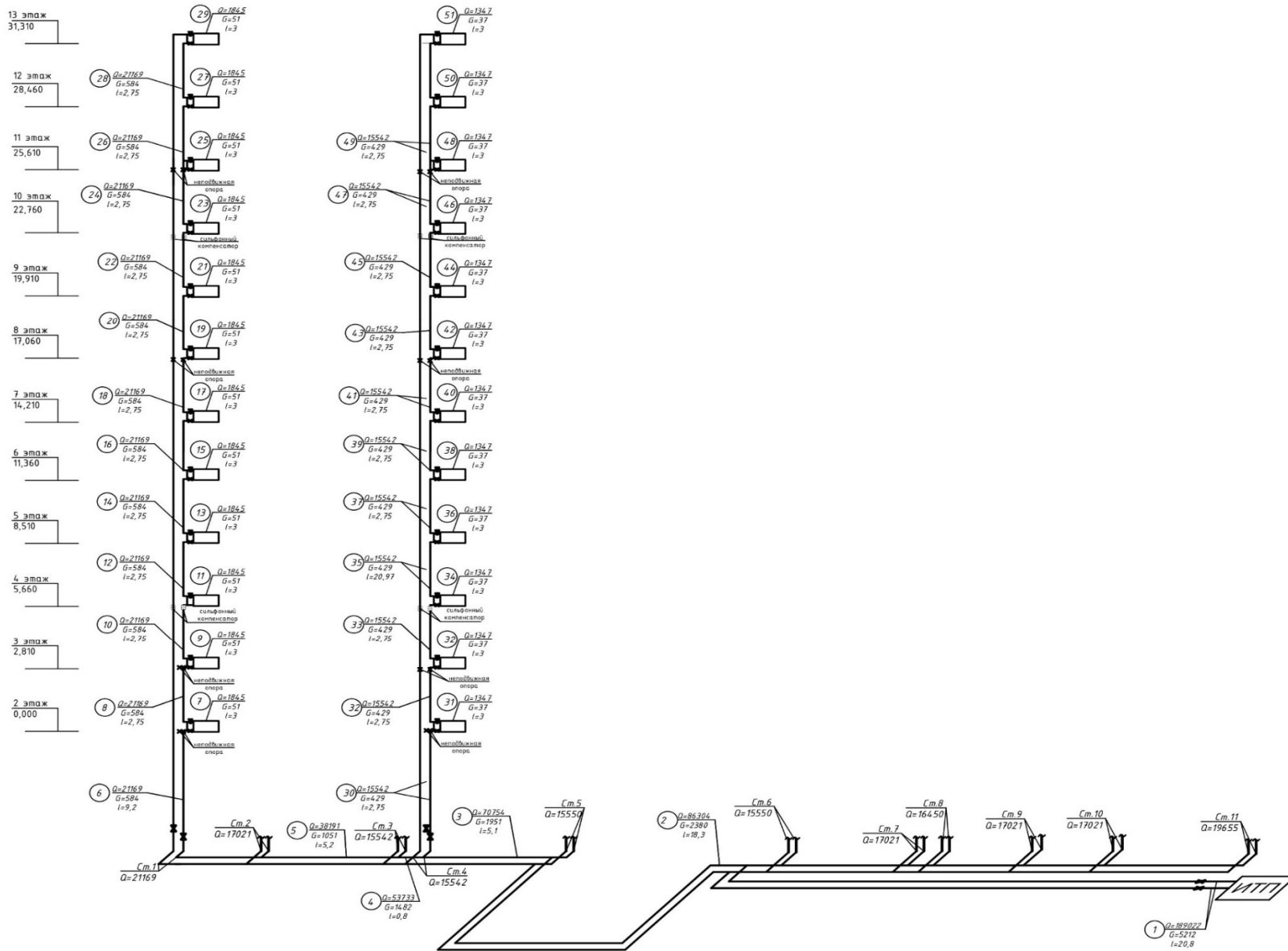
Таблица В.2 Гидравлический расчет встроенного помещения №1

№ уч	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l, м	D <sub>у</sub> , мм	D <sub>н</sub> , мм	δ, мм	d <sub>в</sub> , мм	ω, м/с	Re	Re пред	λ	R, Па/м	ΔP <sub>тр</sub> , Па	ζ	kvs	ΔP <sub>мс</sub> , Па	ΔP <sub>уч</sub> , Па	ΔP <sub>сум</sub> , Па
<b>Расчет системы отопления помещения 1 этажа ОЦК ст.1</b>																		
1	15382	424	36.8	25	33.5	3.2	27.1	0.21	16944	76964	0.036	0	0			98	98	98
	1. Кран шаровый полнопроходной типа UNI ISO 7/1 Ду25													-	39	12		
	2. Отвод гнутый под углом 90° Ду25 8 шт.													0.5	-	86		
2	9713	268	7.7	20	26.8	2.8	21.2	0.22	13677	60208	0.038	41	318			76	394	492
	Тройник на проход G <sub>отв</sub> /G <sub>ств</sub> =268/424=0,63													3.30	-	76		
3	8503	234	3.8	20	26.8	2.8	21.2	0.19	11973	60208	0.039	32	122			45	167	659
	Тройник на проход G <sub>отв</sub> /G <sub>ств</sub> =234/268=0,87													2.55	-	45		
4	5669	156	2.9	15	21.3	2.8	15.7	0.23	10779	44588	0.041	68	197			172	369	1028
	Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =156/234=0,66													3.30	-	172		
5	2834	78	5.2	10	17	2.2	12.6	0.18	6714	35784	0.044	55	286			82	368	1396
	1. Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =78/156=0,5													1.60	-	50		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Радиатор тип 22-300													2.00	-	31		
										Необщие участки ОЦК: ΔP <sub>4-15</sub> =						368		
										ΔP <sub>ОЦК</sub> =						1396		

Продолжение приложения В

№ уч	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	l, м	D <sub>у</sub> , мм	D <sub>н</sub> , мм	δ, мм	d <sub>в</sub> , мм	ω, м/с	Re	Re пред	λ	R, Па/м	ΔP <sub>тр</sub> , Па	ζ	kvs	ΔP <sub>мс</sub> , Па	ΔP <sub>уч</sub> , Па	ΔP <sub>сум</sub> , Па
<b>ВЦК стояк № 4</b>																		
1-2																	492	
6	1210	33	1.7	10	17	2.2	12.6	0.08	2867	35784	0.049	11	19			3	22	22
	1. Тройник на проход G <sub>прох</sub> /G <sub>ств</sub> =33/268=0,12													0.30	-	2		
	2. Терморегулятор с термостатической головкой																	
	3. Радиатор тип 22-300													0.25	-	1		
									Необщие участки ВЦК: ΔP 18-29=							22		
									ΔP ВЦК=							514		

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

Таблица В.1 Аэродинамический расчет системы вентиляции ВЕ1.

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па	Характеристика местный сопротивлений
1	60	1.5	200	300	240	0.060	0.278	0.01	1	0.011	2.46	0.05	0.11	0.13	0.13	Первое боковое отверстие на всасе z=1,5; Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,32;
2	120	1.5	200	300	240	0.060	0.556	0.03	1	0.039	0.75	0.2	0.14	0.2	0.3	Узлы ответвления на всасывании z=0,75;
3	180	1.5	200	300	240	0.060	0.833	0.05	1	0.08	1.7	0.4	0.7	1	1	Узлы ответвления на всасывании z=1,70;
4	240	1.5	200	300	240	0.060	1.111	0.09	1	0.13	3	0.7	2.2	2	3	Узлы ответвления на всасывании z=3,00;
5	300	1.5	200	300	240	0.060	1.389	0.13	1	0.20	0.3	1.2	0.3	1	4	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
6	360	1.5	200	300	240	0.060	1.667	0.18	1	0.27	0.3	1.7	0.5	1	5	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
7	420	1.5	200	300	240	0.060	1.944	0.24	1	0.36	0.3	2.3	0.7	1	6	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
8	480	1.5	200	300	240	0.060	2.222	0.30	1	0.45	0.3	3.0	0.9	1	7	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
9	540	1.5	200	300	240	0.060	2.500	0.37	1	0.56	0.3	3.8	1.1	2	9	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
10	600	1.5	200	300	240	0.060	2.778	0.45	1	0.67	0.3	4.6	1.4	2	11	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
11	660	1.5	200	300	240	0.060	3.056	0.53	1	0.80	0.3	5.6	1.7	2	13	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
12	720	2.7	200	300	240	0.060	3.333	0.63	1	1.69	1.26	6.7	8.4	10	23	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,32; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;

Таблица В.2 Аэродинамический расчет системы вентиляции П1.

N участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	a, мм	b, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па	Характеристика местный сопротивлений
1	120	2.3	200	200	0.040	0.833	0.07	1	0.2	2.2	0.4	0.9	1.1	1.1	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
2	240	2.3	200	200	0.040	1.667	0.23	1	0.5	0.3	1.7	0.5	1	2	Узлы ответвления на нагнетании z=0,30;
3	360	2.3	300	300	0.090	1.111	0.07	1	0.2	2	0.7	1.5	2	4	Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;
4	480	7.4	300	300	0.090	1.481	0.11	1	0.8	1.52	1.3	2.0	3	7	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,24; Узлы ответвления на нагнетании z=0,80;
5	520	9.8	300	300	0.090	1.605	0.13	1	1.2	1.61	1.5	2.5	4	10	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт) z=0,24; Узлы ответвления на нагнетании z=0,65;



Таблица В.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции В1.

N участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	a, мм	b, мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па	Характеристика местный сопротивлений
1	120	1.4	200	200	0.040	0.833	0.07	1	0.09	1.5	0.4	0.6	0.7	0.7	Первое боковое отверстие на всасе z=1,5;
2	240	1.4	200	200	0.040	1.667	0.23	1	0.3	0.3	1.7	0.5	1	2	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;
3	360	1.4	300	300	0.090	1.111	0.07	1	0.1	2	0.7	1.5	2	3	Узлы ответвления на всасывании z=2,00;
4	480	1.8	300	300	0.090	1.481	0.11	1	0.2	0.79	1.3	1.0	1	4	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,24; Узлы ответвления на всасывании z=0,55;
5	600	1.3	300	300	0.090	1.852	0.16	1	0.2	0.55	2.1	1.1	1	6	Узлы ответвления на всасывании z=0,55;
6	720	1.3	300	300	0.090	2.222	0.23	1	0.3	0.5	3.0	1.5	2	7	Узлы ответвления на всасывании z=0,50;
7	800	24.8	300	300	0.090	2.469	0.28	1	6.8	1.7	3.7	6.2	13	21	Отвод прямоугольного сечения под 90 (5 шт) z=0,24; Узлы ответвления на всасывании z=0,50;

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Подбор оборудования для приточной системы П1.

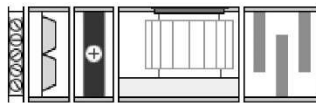


+7 (495) 784-80-47 [www.dexvent.ru](http://www.dexvent.ru) E-mail: [dex@dexvent.ru](mailto:dex@dexvent.ru)

#### ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

П1

<input checked="" type="checkbox"/> Типоразмер	: 40-20	<input checked="" type="checkbox"/> Производительность	: 520 м³/ч
<input checked="" type="checkbox"/> Маркировка	: DEX-V-FWS-40-20	<input checked="" type="checkbox"/> Располагаемый напор	: 20 Па
<input checked="" type="checkbox"/> Вес установки	: 47 кг	<input checked="" type="checkbox"/> Автоматика	: нет
<input checked="" type="checkbox"/> Габариты	: Н: 240 мм , W: 520 мм , L: 2118 мм	<input checked="" type="checkbox"/> Скорость воздуха	: 1.8056 м/сек



#### Воздушный клапан

Название:	Z40-20		
Длина:	168 мм	Ширина:	440 мм
Высота:	240 мм	Масса:	4.00 кг

#### Фильтр

Название:	F3		
Длина:	300 мм	Ширина:	440 мм
Высота:	240 мм	Масса:	5.00 кг
Степень очистки:	EU4 (кассетный)		

#### Водяной нагреватель

Название:	W40-20/2R		
Длина:	150 мм	Ширина:	520 мм
Высота:	240 мм	Масса:	5.00 кг
Мощность:	8.85 kW	Рядность:	2-х рядный
Присоед. размер:	1	Падение давления:	0.34 кПа
Т наружного воздуха:	-32.0 °C	Т выходящего воздуха:	19.0 °C
Т прямой/обратной воды:	105 / 70 °C	Расход теплоносителя:	0.22 м³/ч
Узел обвязки:	DEX-H40-1.0-20PTm2		

#### Вентиляторная секция

Название:	V40-20		
Длина:	500 мм	Ширина:	440 мм
Высота:	240 мм	Масса:	17.00 кг
Тип вентилятора:	с прямым приводом	Макс. производ-ть:	800 м³/час
Макс. полное давление:	380 Па	Обороты при макс. КПД:	2700 мин⁻¹
Напряжение электродвигателя:	3x230 В	Электрическая мощность макс.:	0.250 Вт
Макс. ток:	0.70 А	Класс защиты двигателя:	
Класс изоляции двигателя:	IP 54	Макс. температура перемещаемого воздуха:	

#### Шумоглушитель

Название:	S40-20	Ширина:	440 мм
Длина:	1000 мм	Масса:	16.00 кг
Высота:	240 мм		

# Подбор оборудования для вытяжной системы В1

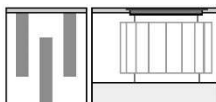


+7 (495) 784-80-47 [www.dexvent.ru](http://www.dexvent.ru) E-mail: [dex@dexvent.ru](mailto:dex@dexvent.ru)

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

В1

<input checked="" type="checkbox"/> Типоразмер : 50-25	<input checked="" type="checkbox"/> Производительность : 800 м <sup>3</sup> /ч
<input checked="" type="checkbox"/> Маркировка : DEX-V-S-50-25	<input checked="" type="checkbox"/> Располагаемый напор : 47 Па
<input checked="" type="checkbox"/> Вес установки : 39 кг	<input checked="" type="checkbox"/> Автоматика : нет
<input checked="" type="checkbox"/> Габариты : Н: 290 мм , W: 540 мм , L: 1500 мм	<input checked="" type="checkbox"/> Скорость воздуха : 2.2222 м/сек



### Шумоглушитель

Название:	S50-25	Ширина:	540 мм
Длина:	1000 мм	Масса:	19.00 кг
Высота:	290 мм		

### Вентиляторная секция

Название:	V50-25	Ширина:	540 мм
Длина:	500 мм	Масса:	20.00 кг
Высота:	240 мм	Макс. производ-ть:	1700 м <sup>3</sup> /час
Тип вентилятора:	с прямым приводом	Обороты при макс. КПД:	2730 мин <sup>-1</sup>
Макс. полное давление:	540 Па	Электрическая мощность макс.:	0.370 Вт
Напряжение электродвигателя:	3x230 В	Класс защиты двигателя:	
Макс. ток:	1.40 А	Макс. температура перемещаемого воздуха:	
Класс изоляции двигателя:	IP 54		

# Подбор оборудования для системы BE1

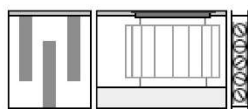


+7 (495) 784-80-47 [www.dexvent.ru](http://www.dexvent.ru) E-mail: [dex@dexvent.ru](mailto:dex@dexvent.ru)

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ

BE1

<input checked="" type="checkbox"/> Типоразмер	: 40-20	<input checked="" type="checkbox"/> Производительность	: 720 м <sup>3</sup> /ч
<input checked="" type="checkbox"/> Маркировка	: DEX-V-S-40-20	<input checked="" type="checkbox"/> Располагаемый напор	: 23 Па
<input checked="" type="checkbox"/> Вес установки	: 37 кг	<input checked="" type="checkbox"/> Автоматика	: нет
<input checked="" type="checkbox"/> Габариты	: Н: 240 мм , W: 440 мм , L: 1668 мм	<input checked="" type="checkbox"/> Скорость воздуха	: 2.5000 м/сек



### Шумоглушитель

Название:	S40-20	Ширина:	440 мм
Длина:	1000 мм	Масса:	16.00 кг
Высота:	240 мм		

### Вентиляторная секция

Название:	V40-20	Ширина:	440 мм
Длина:	500 мм	Масса:	17.00 кг
Высота:	240 мм	Макс. производ-ть:	800 м <sup>3</sup> /час
Тип вентилятора:	с прямым приводом	Обороты при макс. КПД:	2700 мин <sup>-1</sup>
Макс. полное давление:	380 Па	Электрическая мощность макс.:	0.250 Вт
Напряжение электродвигателя:	3x230 В	Класс защиты двигателя:	
Макс. ток:	0.70 А	Макс. температура перемещаемого воздуха:	
Класс изоляции двигателя:	IP 54		

### Воздушный клапан

Название:	Z40-20	Ширина:	440 мм
Длина:	168 мм	Масса:	4.00 кг
Высота:	240 мм		

