

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Институт «Архитектурно-строительный»

Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2020 г.

Отопление и вентиляция офисного здания в п. Большой Исток  
Свердловской области

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 13.03.01.2020.562.10. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»

доцент, к.т.н.

\_\_\_\_\_ С.В. Панферов

\_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель проекта:

доцент

\_\_\_\_\_ Д.А. Иванов

\_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор проекта:

студент группы АС-562

\_\_\_\_\_ В.Е. Мошталева

\_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер:

доцент

\_\_\_\_\_ Д.А. Иванов

\_\_\_\_\_ 2020 г.

## АННОТАЦИЯ

Мошталева . Отопление и вентиляция офисного здания в п. Большой Исток Свердловской области: ЮУрГУ, АСИ; 2020; 84 с., библиогр. список - 17 наим.; прил. 1,11 листов чертежей ф. А1

Работа выполнена на основании стандартов на дипломное проектирование, действующих строительных, санитарных и противопожарных норм и правил.

В данной работе спроектировано отопление и вентиляция офисного здания.

Работа включает в себя технологическую часть, состоящую из:

1. Тепловой режим здания
2. Гидравлический расчет трубопроводов
3. Аэродинамический расчет системы вентиляции
4. Автоматизация приточной установки
5. Безопасность жизнедеятельности

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		2

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ ЛИСТОВ .....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	7
1.1. Архитектурно-строительная характеристика объекта .....	7
1.2. Расчетные параметры наружного воздуха .....	7
1.3. Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	8
2. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ .....	10
2.1. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций .....	10
2.1.1. Теплотехнический расчет наружных стен, бесчердачного перекрытия, и перекрытия над неотапливаемым подвалом .....	10
2.1.2. Определение коэффициента теплопередачи и сопротивление теплопередаче для световых проемов .....	11
2.1.3. Определение коэффициента теплопередачи и сопротивление теплопередаче для наружных (входных) дверей .....	12
2.2. Определение потерь теплоты через ограждающие .....	14
конструкции здания .....	14
2.2.1. Основные теплотери .....	14
2.2.2. Добавочные теплотери .....	14
2.2.3. Теплотери на инфильтрацию .....	15
3. ОТОПЛЕНИЕ .....	16
3.1. Конструирование системы отопления .....	16
3.2. Расчет отопительных приборов .....	17
3.3. Гидравлический расчет трубопроводов .....	20
4.1. Расчёт воздухообменов .....	28
4.1.1. Определение выделений вредных веществ .....	28
4.1.2. Выбор расчетных температур приточного и удаляемого воздуха .....	29
4.1.3. Определение воздухообмена для расчетного помещения по вредным выделениям .....	30
4.1.4. Определение воздухообмена для других помещений .....	31
4.2. Воздушный баланс здания .....	31
4.3. Конструирование систем вентиляции .....	38
4.3.1. Общие конструктивные решения .....	38
4.3.2. Помещения кафе .....	39
4.3.3. Офисные помещения 1-2-го этажей .....	39
4.3.4. Административные помещения 3-го этажа .....	40
4.4. Приточная система вентиляции .....	40
4.4.1. Разработка системы подачи приточного воздуха для расчётного помещения в холодный период года .....	40
4.4.2. Выбор типоразмера и количества воздухораспределителей остальных помещений .....	45
4.4.3. Аэродинамический расчёт .....	47
5. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	58
5.1. Характеристика объекта регулирования .....	58
5.2. Техническое задание .....	58
5.3. Параметры регулирования объекта и их контроль .....	59
5.4. Защитные функции и блокировки при авариях .....	60
6.1. Выбор варианта .....	64
6.1.1. Расчёт капитальных затрат .....	64
6.1.2. Расчёт годовых эксплуатационных затрат .....	64

										Лист
										3
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

6.1.3. Расчёт приведённых затрат.....	65
6.2. Формирование финансовых результатов .....	66
6.2.1. Определение сметной стоимости проектируемой системы вентиляции.....	66
6.2.2. Определение договорной цены на строительную продукцию .....	66
6.2.3. Формирование финансовых результатов деятельности строительной организации .....	67
6.2.4. Расчет рентабельности строительного производства.....	68
6.3. Техничко-экономические показатели проекта.....	69
7. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	70
7.1. Введение .....	70
7.2. Безопасность проекта .....	70
7.2.1. Шум.....	71
7.2.2. Вибрация.....	71
7.2.3 Освещение .....	72
7.2.4. Электрический ток.....	72
7.2.5 Микроклимат.....	73
7.3. Чрезвычайные ситуации.....	73
7.4. Заключение по разделу БЖД .....	76
8. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		4

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ ЛИСТОВ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные.	A1
2	Отопление. План 1 этажа.	A1
3	Отопление. План 2 этажа.	A1
4	Отопление. План 3 этажа. План 4 этажа.	A1
5	Отопление. Схема системы СО1.	A1
6	Отопление. Схема систем СО2..СО5.	A1
7	Вентиляция. План 1 этажа.	A1
8	Вентиляция. План 2 этажа.	A1
9	Вентиляция. План 3 этажа. План 4 этажа.	A1
10	Вентиляция. Аксонометрические схемы систем П1, В1, В3-В8, ВЕ1-ВЕ3.	A1
11	Вентиляция. Аксонометрические схемы систем П2/В2, П3.	A1

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение производительности труда, качества обслуживания, улучшение условий работы и отдыха трудящихся обеспечивают системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, которые создают необходимый микроклимат и качество воздушной среды.

Задачей данной дипломной работы является расчет и конструирование системы отопления и вентиляции административно-бытового здания. Проект включает в себя рабочие планы и схемы систем отопления и вентиляции, экономическую часть, а также раздел «Безопасность проекта» и «Природопользование и охрана окружающей среды».

Целью проекта является обеспечение нормируемых СНиП допустимых параметров воздушной среды в обслуживаемых зонах помещений офисного здания.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		6



Таблица 1.1

## Расчетные параметры наружного воздуха

Температура наружного воздуха, °С			Продолжительность отопительного периода, сутки	Средняя скорость ветра, м/сек	
теплого периода, по параметру А	холодного периода, по параметру Б	отопительного периода (средняя)		теплого периода	холодного периода
+22	-35	-6,0	230	5,0	4,0

### 1.3. Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха помещений административно-бытового корпуса приняты по [2]. Параметры микроклимата в помещениях» для обеспечения оптимальных или допустимых условий в обслуживаемой или рабочей зоне помещений.

Согласно классификации по [2] большинство помещений АБК относятся к категории **2** («помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной»).

Зал кафе, комнаты переговоров и комнаты отдыха относятся к категории **3А** («помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды»).

Производственные помещения кафе относятся к категории **3В** («помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды»).

Вестибюли, гардеробы, коридоры, лестничные клетки и санузлы относятся к категории **6** («помещения с временным пребыванием людей»).

По [2, таблица 2] в холодный период года:

- для помещений категории **2**

температура воздуха оптимальная	19-21°С;
температура воздуха допустимая	18-23°С;
относительная влажность оптимальная	45-30%;
относительная влажность допустимая	60%;

- для помещений категории **3А**

температура воздуха оптимальная	20-21°С;
температура воздуха допустимая	19-23°С;
относительная влажность оптимальная	45-30%;
относительная влажность допустимая	60%;

- для помещений категории **3В**

температура воздуха оптимальная	18-20°С;
температура воздуха допустимая	16-22°С;
относительная влажность оптимальная	45-30%;
относительная влажность допустимая	60%;

										Лист
										8
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ					



- для помещений категории **б**

температура воздуха оптимальная	16-18°C;
температура воздуха допустимая	14-20°C;
относительная влажность	НН.

В теплый период года для помещений с массовым пребыванием людей:

температура воздуха оптимальная	23-25°C;
температура воздуха допустимая	18-28°C;
относительная влажность оптимальная	60-30%;
относительная влажность допустимая	65%.

При расчетах отопления и вентиляции помещений АБК параметры внутреннего воздуха приняты согласно [2], [3] и [4].

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		9

## 2. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЯ

### 2.1. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет сводится к вычислению коэффициентов теплопередачи наружных ограждений здания: стены, чердачного перекрытия, перекрытия над неотапливаемым подвалом, остекления и входной двери в здание.

Сопротивление теплопередаче  $R_0$  ограждающих конструкций следует принимать наибольшим из требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{mp}$  по санитарно-гигиеническим условиям и  $R_0^{эн}$  по условиям энергосбережения.

#### 2.1.1. Теплотехнический расчет наружных стен, бесчердачного перекрытия, и перекрытия над неотапливаемым подвалом

Санитарно-гигиенические требования определяют температуру внутренней поверхности ограждения, при которой люди, находящиеся в помещении, не испытывают интенсивного радиационного охлаждения со стороны этой поверхности и на ней не наблюдается конденсация влаги. Минимально допустимое сопротивление теплопередаче, удовлетворяющее этим условиям, называется требуемым сопротивлением.

Сопротивление теплопередаче  $R_0^{mp}$  является наименьшим, при котором обеспечивается допустимая по санитарно-гигиеническим требованиям минимальная температура внутренней поверхности ограждения при расчетной зимней температуре наружного воздуха:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_g - t_n^B)}{\Delta t^n \cdot \alpha_g}, \quad (2.1)$$

где  $R_0^{mp}$  - требуемое сопротивление теплопередаче,  $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$ ;

$n$  – поправочный коэффициент на расчетную разность температур, зависит от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаем по [5, табл.6] ;

$t_g$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ C$ ;

$t_n^B$  - расчетная температура наружного воздуха, равная температуре по параметру Б,  $^\circ C$ ;

$\Delta t^n$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения, принимаем по [5, табл.5],  $^\circ C$ ;

$\alpha_g$  - коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения, принимаемый по [5, табл.7], для гладких внутренних поверхностей равным  $8,7 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$ .

Сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения  $R_0^{эн}$  принимается по [5, табл.4] в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода ГСОП.

$$ГСОП = (t_g - t_{оп}) \cdot Z_{оп}, \quad (2.2)$$

где  $t_{оп}$  - средняя температура наружного воздуха за отопительный период,  $^\circ C$ ;

$Z_{оп}$  - продолжительность отопительного периода, сут.

									Лист
									10
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					

После определения  $R_0^{эн}$  и  $R_0^{мп}$  их сравнивают и принимают за расчетное – наибольшее.

Коэффициент теплопередачи  $K$ ,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$  наружного ограждения принимают по формуле

$$K = \frac{1}{R_0^p}. \quad (2.3)$$

### **Пример 1. Теплотехнический расчет наружной стены**

Теплотехнический расчет наружной стены помещения 102.

Исходные данные: район строительства – г. Екатеринбург. Согласно [5] за расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем среднее значение по зданию  $t_e = 19 \text{ }^\circ C$ ,

продолжительность отопительного периода  $Z_{оп} = 230$  суток, расчетная температура

наружного воздуха  $t_n = -35 \text{ }^\circ C$ , средняя температура отопительного периода  $t_{оп} = -6 \text{ }^\circ C$ .

Порядок расчета:

- 1) Определяем требуемое сопротивление теплопередаче по формуле 2.1:

$$R_0^{мп} = \frac{n \cdot (t_e - t_n^B)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = \frac{1 \cdot (19 + 35)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,38 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

- 2) Рассчитываем градусо-сутки отопительного периода по формуле 2.2:

$$ГСОП = (t_e - t_{оп}) \cdot Z_{оп} = (19 + 6) \cdot 230 = 5750 \text{ }^\circ C \cdot сут.$$

- 3) Определяем сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения:

$$R_0^{эн} = 2,93 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

- 4) Сравниваем  $R_0^{мп}$  и  $R_0^{эн}$ : так как  $R_0^{эн} > R_0^{мп}$ , то в качестве расчетного принимаем  $R_0^{эн}$ , т.е.

$$R_0^p = R_0^{эн} = 2,93 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

- 5) Определяем коэффициент теплопередачи для наружной стены:

$$K = \frac{1}{R_0^p} = \frac{1}{2,93} = 0,34 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}.$$

- 6) Аналогично определяем коэффициенты теплопередачи для перекрытий.

## **2.1.2. Определение коэффициента теплопередачи и сопротивление теплопередаче для световых проемов**

Теплотехнический расчет заполнений световых проемов, а также выбор их конструкций осуществляется в зависимости от района строительства и назначения помещений.

Сопротивление теплопередаче для световых проемов ( $R_0^{сп}$ ) определяем в зависимости от величины ГСОП.

Затем выбираем конструкцию светового проема с приведенным сопротивлением теплопередаче  $R_0^{пп}$  при условии, что  $R_0^{пп} \geq R_0^{сп}$ .

При расчете основных теплопотерь через наружные ограждения площади остекления и входной двери в расчете учитывается дважды: в площадях стен и отдельно. Поэтому при определении потерь тепла через входную дверь и заполнения световых проемов пользуемся скорректированными коэффициентами теплопередачи. Скорректированный коэффициент теплопередачи окна равен:

										Лист
										11
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ					

$$K'_{OK} = K_{OK} - K_{HC}, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}. \quad (2.4)$$

### Пример 2. Теплотехнический расчет световых проемов

Теплотехнический расчет световых проемов для помещения 102.

Исходные данные: район строительства – г. Екатеринбург. Согласно [5] за расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем среднее значение по зданию  $t_e = 19 ^\circ C$ , продолжительность отопительного периода  $Z_{оп} = 230$  суток, расчетная, средняя температура отопительного периода  $t_{оп} = -6 ^\circ C$ .

Порядок расчета:

- 1) Определяем ГСОП, по формуле 2.2:

$$ГСОП = (t_e - t_{оп}) \cdot Z_{оп} = (19 + 6) \cdot 230 = 5750 ^\circ C \cdot сут.$$

- 2) Определяем сопротивление теплопередаче световых проемов  $R_0^{эп}$  в зависимости от ГСОП:

$$R_0^{эп} = 0,49 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

- 3) Выбираем конструкцию окна в зависимости от  $R_0^{эп} = 0,49 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$  и с учетом выполнения условия  $R_0^p \geq R_0^{эп}$ .

Для данного примера принимаем стеклопакеты S 730 фирмы Rehau с фактическим сопротивлением теплопередаче  $R_0^p = 0,61 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ .

- 4) Коэффициент теплопередачи окна определяем по формуле:

$$K_{OK} = \frac{1}{R_0^p} = \frac{1}{0,61} = 1,64 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}.$$

- 5) Скорректированный коэффициент теплопередачи окна равен:

$$K'_{OK} = K_{OK} - K_{HC} = 1,64 - 0,34 = 1,3 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}.$$

### 2.1.3. Определение коэффициента теплопередачи и сопротивление теплопередаче для наружных (входных) дверей

Требуемое сопротивление теплопередаче для наружных дверей принимается в размере 60% от величины  $R_0^{мп}$  для наружной стены. Тогда расчетное сопротивление теплопередаче входных дверей в здание будет равно:

$$R_{0дд}^p = 0,6 R_{0нс}^{мп}. \quad (2.5)$$

Коэффициент теплопередачи наружных дверей определяется по формуле:

$$K_{дд} = \frac{1}{R_{0дд}^p}. \quad (2.6)$$

При расчете основных теплопотерь через наружные двери пользуются скорректированным коэффициентом теплопередачи:

$$K'_{дд} = K_{дд} - K_{HC}. \quad (2.7)$$

						Лист
					13.03.01.2020 562 ПЗ	12
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

**Пример 3. Теплотехнический расчет наружных дверей**

Теплотехнический расчет наружных (входных) дверей.

Исходные данные: район строительства – г. Екатеринбург. Согласно [5] за расчетную температуру внутреннего воздуха принимаем среднее значение по зданию  $t_g = 19 \text{ }^\circ\text{C}$ , продолжительность отопительного периода  $Z_{оп} = 230$  суток, расчетная, средняя температура отопительного периода  $t_{оп} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Порядок расчета:

- 1) Определяем требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены по формуле 2.1:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_g - t_n^B)}{\Delta t^n \cdot \alpha_g} = \frac{1 \cdot (19 + 35)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,38 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

- 2) Определяем сопротивление теплопередаче входной двери по формуле 2.5:

$$R_{0дд}^p = 0,6 R_{0нс}^{mp} = 0,6 \cdot 1,38 = 0,83 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

- 3) Определяем коэффициент теплопередачи входной двери по формуле 2.6:

$$K_{дд} = \frac{1}{R_{0дд}^p} = \frac{1}{0,83} = 1,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}}.$$

- 4) Определяем скорректированный коэффициент теплопередачи двери по формуле 2.7:

$$K_{дд}^{\wedge} = K_{дд} - K_{нс} = 1,21 - 0,34 = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}}.$$

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		13

## 2.2. Определение потерь теплоты через ограждающие конструкции здания

Задача расчета тепловой мощности системы отопления состоит в нахождении всех составляющих теплового баланса (теплопотерь и теплопоступлений) и определении дефицита теплоты  $Q_{CO}$  для каждого помещения и здания в целом.

$$Q_{CO} = Q_O + \Sigma Q_D + Q_B - Q_{пост}, \text{ Вт}, \quad (2.8)$$

где  $Q_O$  – основные потери теплоты через ограждающие конструкции, Вт;  
 $\Sigma Q_D$  – суммарные добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции, Вт;  
 $Q_B$  – потери теплоты на инфильтрацию, Вт;  
 $Q_{пост}$  – суммарные тепловыделения в помещении, Вт.

Для упрощения расчётов и автоматизации инженерного труда я использую программное обеспечение RAUWIN фирмы Rehau. С помощью программы RAUWIN можно быстро и удобно выполнить сложные расчетные и чертежные работы, по определению теплопотерь зданий, выполнить подбор отопительных приборов. ПО RAUWIN может выполнять расчет коэффициента теплопередачи ограждений согласно [5], тепловой мощности системы отопления согласно [6], необходимой площади отопительных приборов, подбор из каталогов. Программный модуль RAUWIN - это табличная программа, содержащая обширные библиотеки строительных материалов, конструкций, а так же отопительных приборов. Расчёт теплопотерь через наружные ограждения зданий выполняется согласно действующим нормам и правилам, ПО сертифицировано Госстроем России. Результаты расчёта теплопотерь приведены в прил. 1. В прил. 2 приведён пример подробного расчёта теплопотерь для помещений 1 этажа с 1 по 10.

### 2.2.1. Основные теплопотери

Основные потери теплоты  $Q_O$ , Вт, определяются по формуле:

$$Q_O = K \cdot A \cdot (t_B - t_H) \cdot n, \quad (2.9)$$

где  $K$  – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции (ОК),  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ ;

$A$  – расчетная площадь поверхности ограждающей конструкции,  $м^2$ ;

$t_B$  – температура внутреннего воздуха,  $^\circ C$ ;

$t_H$  – температура наружного воздуха по параметру Б,  $^\circ C$ ;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [5].

### 2.2.2. Добавочные теплопотери

Основные теплопотери через наружные ограждения, обусловленные разностью температур внутреннего и наружного воздуха, оказываются меньше фактических теплопотерь, так как

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		14

не учитывается ряд факторов, вызывающих дополнительные потери теплоты, исчисляемые в долях от основных теплопотерь или определяемые расчетом.

$$Q_{доб} = Q_o \cdot \beta, \text{ Вт}, \quad (2.10)$$

где  $Q_{доб}$  - добавочные теплопотери, Вт;

$Q_o$  - основные теплопотери, Вт;

$\beta$  - коэффициент добавочных теплопотерь.

Добавочные теплопотери на ориентацию по сторонам света следует принимать в размере: 0,1 – для стен, дверей, окон, обращенных на север, восток, северо-восток, северо-запад; 0,05 – на запад и юго-восток; 0 – на юг и юго-запад.

Добавочные теплопотери на нагревание холодного воздуха, поступающего при кратковременном открывании двойных дверей с тамбуром между ними и не оборудованных воздушно-тепловыми завесами, принимать в размере  $0,27H$ , где  $H$  – высота здания, м.

Добавочные теплопотери через ограждения общественных, административно-бытовых зданий при наличии двух и более наружных стен в одном помещении принимают в размере: 0,05 на каждую стену, дверь, окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад, и 0,1 – других случаях.

### 2.2.3. Теплопотери на инфильтрацию

В общественных зданиях инфильтрация происходит, главным образом, через окна, балконные двери, наружные и внутренние двери. Инфильтрацию воздуха через крупнопанельные стены, а также через пластиковые трёхкамерные стеклопакеты «Rehau» S730 фактически можно не учитывать из-за их высокого сопротивления воздухопроницанию.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		15

## 3. ОТОПЛЕНИЕ

### 3.1. Конструирование системы отопления

Теплоснабжение здания АБК предусматривается от внутриквартальных тепловых сетей через индивидуальный тепловой пункт (ИТП). ИТП располагается на 1-м этаже здания.

Параметры теплоносителя в здании – 90/70°С.

Для отопления помещений здания АБК предусматриваются пять систем отопления:

- система отопления СО1 служит для отопления помещений здания в осях 1-7 (см. чертеж л.5);
- система отопления СО2 служит для отопления помещений здания в осях 1/1-4/1 (см. чертеж л.6);
- системы отопления СО3-СО5 служат для отопления лестничных клеток (см. чертеж л.6).

Системы отопления – двухтрубные горизонтальные, с разводкой магистральных трубопроводов в изоляции под потолком 1-го этажа на отм.+3.300, с вертикальными стояками-магистралями и горизонтальной прокладкой разводящих трубопроводов к отопительным приборам.

Горизонтальные поэтажные приборные ветви присоединяются к вертикальным стоякам-магистралям через распределительные коллекторы. Коллекторы оборудуются запорной арматурой и автоматическими балансировочными клапанами ASV-P/ASV-M фирмы Danfoss.

Для отопления лестничных клеток запроектированы самостоятельные стояки.

Присоединение отопительных приборов осуществляется по проточной схеме, отопительные приборы на лестничных клетках устанавливаются на 2,2 м выше уровня пола площадки. На стояках установлена запорная арматура и автоматические регуляторы постоянного расхода АВ-QM фирмы Danfoss.

Стояки и магистральные трубопроводы систем отопления выполняются из стальных водогазопроводных труб ГОСТ 2362-75\* и электросварных труб ГОСТ 10704-91\*.

Трубопроводы в местах пересечения перекрытий необходимо прокладывать в гильзах.

Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки трубопроводов необходимо предусматривать негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости ограждающих конструкций.

Горизонтальная поэтажная разводка систем отопления выполняется из металлополимерных труб типа Unipipe. Трубы прокладываются в конструкции пола в защитной гофрированной трубке.

Нагревательные приборы – стальные панельные радиаторы Purmo V (VKO) с нижним подключением и со встроенным краном Маевского. Для регулирования теплоотдачи у нагревательных приборов имеется терморегулятор RTD фирмы Danfoss. Отопительные приборы устанавливаются у наружных стен под окнами. В угловых помещениях приборы устанавливаются у обеих наружных стен, даже если одна из них не имеет окон. В коридорах, прихожих и туалетах отопительные приборы не устанавливаются. Длина отопительного прибора должна быть, как правило, не менее 75 % длины светового проема. Отопительные приборы не следует размещать в отсеках тамбуров, имеющих наружные двери.

Все трубопроводы систем отопления заизолировать трубками из вспененного каучука Kaiflex.

Подключение систем отопления выполнено от распределительных коллекторов индивидуального теплового пункта, расположенных на 1-м этаже.

					Лист
					16
ИЗ	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	

13.03.01.2020 562 ПЗ



### 3.2. Расчет отопительных приборов

Тепловой расчет отопительного прибора заключается в определении площади его поверхности. Расчет ведётся в программном обеспечении, предоставленном концерном RETTIG HEATING «EN 442 HEAT OUTPUTS PURMO COMPACT / PURMO VKO» от 14.04.2004 г.

Исходные данные:

$t_{flow}$  – температура в подающем трубопроводе, °С;

$t_{rtn}$  – температура в обратном трубопроводе, °С;

$t_{room}$  – расчётная температура воздуха в помещении, °С.

При расчёте отопительного прибора пренебрегаем теплоотдачей от труб, проложенных в помещении, т.к. все трубы изолированы трубами из вспененного каучука Kaiflex.

#### Пример 5. Тепловой расчет радиатора

Исходные данные: помещение 102;  $t_B = 16^\circ\text{C}$ ;  $t_T = 90^\circ\text{C}$ ;  $t_O = 70^\circ\text{C}$ ;  $Q_{ном} = 14320\text{Вт}$ ;

количество приборов в помещении – 9 шт.

Результат расчёта:

Найдём необходимую нагрузку одного отопительного прибора:

$$Q_{приб} = \frac{Q_{ном}}{n} = \frac{14320}{9} = 1590\text{Вт}.$$

В ПО «EN 442 HEAT OUTPUTS PURMO COMPACT / PURMO VKO» получим следующие значения тепловой нагрузки отопительного прибора в зависимости от тип ОП, его длины и высоты. Пример расчёта представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Тепловая нагрузка отопительного прибора Purmo VKO

Height	Type 21s					
Length	300	400	450	500	600	900
400	403	508	559	609	708	1000
500	503	634	698	761	885	1250
600	604	761	838	914	1063	1500
700	705	888	978	1066	1240	1750
800	805	1015	1117	1218	1417	2000
900	906	1142	1257	1370	1594	2250
1000	1007	1269	1397	1523	1771	2500
1100	1107	1396	1536	<b>1675</b>	1948	2750
1200	1208	1523	1676	1827	2125	3001
1400	1409	1776	1955	2132	2479	3501
1600	1610	2030	2234	2436	2833	4001
1800	1812	2284	2514	2741	3188	4501
2000	2013	2538	2793	3045	3542	5001
2300	2315	2918	3212	3502	4073	5751
2600	2617	3299	3631	3959	4604	6501
3000	3020	3807	4190	4568	5313	7501

$C_0 + C_1^*$						
H	1,28955	1,29237	1,29378	1,29519	1,29801	1,30646

INPUT			
$t_{flow}$	$t_{rtn}$	$t_{room}$	$dT_{In}$
90	70	16	63,48

Номинальный тепловой поток отопительного прибора принят менее, чем на 5 % или на 60 Вт требуемого по расчету, согласно [6]. Принимаем отопительный прибор Purmo VKO Type 21s длиной 1100 и высотой 500. Результаты заносим в табл. 3.2.

Таблица 3.2

## Расчет отопительных приборов

№	Наименование помещения	$\Sigma Q_{приб},$ Вт	n, шт	$Q_{приб},$ Вт	Прибор				$Q'_{приб},$ Вт	
					Марка	Тип	Длина	Высота		
1 этаж										
102	Холл	14320	9	1590	Purmo VKO	Type 21s	1100	х	500	1675
103	Обеденный зал	3920	7	560	Purmo VKO	Type 11	500	х	500	571
114	Офис	1770	1	1770	Purmo VKO	Type 22	1100	х	500	1787
117	Лестничная клетка	4070	3	1360	Purmo VKO	Type 21s	900	х	500	1370
119	Лестничная клетка	7950	4	1990	Purmo VKO	Type 22	1000	х	500	1949
123	Коридор	3850	2	1930	Purmo VKO	Type 11	1800	х	500	2056
127	Офис	1990	2	1000	Purmo VKO	Type 11	1000	х	500	1051
130	Лестничная клетка	3900	4	980	Purmo VKO	Type 11	900	х	500	1028
145	Загрузочная	930	1	930	Purmo VKO	Type 11	800	х	500	1026
146	Кладовая суточного запаса	720	1	720	Purmo VKO	Type 11	600	х	500	741
147	Мясо-рыбный цех	920	1	920	Purmo VKO	Type 11	800	х	500	914
148	Мучной цех	150	1	150	Purmo VKO	Type 10	400	х	300	237
149	Горячий цех	880	1	880	Purmo VKO	Type 11	600	х	500	841
152	Раздаточная	860	1	860	Purmo VKO	Type 11	800	х	500	914
2 этаж										
205	Офис	8310	9	920	Purmo VKO	Type 11	900	х	500	946
208	Офис	2060	2	1030	Purmo VKO	Type 11	1000	х	500	1051
218	Коридор	760	1	760	Purmo VKO	Type 11	700	х	500	800
220	Офис	1450	1	1450	Purmo VKO	Type 21s	1100	х	500	1538
221	Офис	1840	2	920	Purmo	Type 11	900	х	500	946

					VKO						
222	Офис	1240	1	1240	Purmo VKO	Type 11	1200	x	500	1261	
225	Офис	1640	2	820	Purmo VKO	Type 11	800	x	500	840	
226	Офис	3150	3	1050	Purmo VKO	Type 11	1000	x	500	1051	
227	Офис	2690	3	900	Purmo VKO	Type 11	900	x	500	946	
228	Офис	1400	1	1400	Purmo VKO	Type 11	1400	x	500	1471	
229	Банкетный зал	1060	1	1060	Purmo VKO	Type 11	1000	x	500	1051	
3 этаж											
305	Офис	850	1	850	Purmo VKO	Type 11	800	x	500	840	
306	Кабинет	1490	1	1490	Purmo VKO	Type 21s	1100	x	500	1538	
307	Кабинет	3470	3	1160	Purmo VKO	Type 11	1100	x	500	1156	
310	Комната переговоров	2770	2	1390	Purmo VKO	Type 11	1300	x	500	1382	
311	Кабинет директора	3710	3	1240	Purmo VKO	Type 11	1200	x	500	1261	
316	Комната отдыха	2270	2	1140	Purmo VKO	Type 11	1100	x	500	1156	
319	Коридор	320	1	320	Purmo VKO	Type 11	400	x	400	374	
322	Офис	2140	2	1070	Purmo VKO	Type 11	1000	x	500	1051	
323	Офис	2510	2	1260	Purmo VKO	Type 11	1200	x	500	1261	
328	Санузел	210	1	210	Purmo VKO	Type 11	400	x	300	277	
330	Коридор	660	1	660	Purmo VKO	Type 11	600	x	500	685	
331	Венткамера	1190	1	1190	Purmo VKO	Type 11	900	x	500	1262	

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

19

### 3.3. Гидравлический расчет трубопроводов

Цель гидравлического расчета системы отопления состоит в подборе диаметров ее отдельных участков таким образом, чтобы по ним проходили расчетные расходы теплоносителя. В этом случае каждый отопительный прибор будет получать и передавать в воздух помещения расчетное количество теплоты, необходимое для компенсации теплопотерь.

Циркуляция воды в системе отопления происходит под действием располагаемого давления  $\Delta P_p$ , Па:

$$\Delta P_p = \Delta P_H + 0,4 \cdot \Delta P_E, \quad (3.1)$$

где  $\Delta P_H$  - давление, развиваемое циркуляционным насосом в теплосети, Па;

$\Delta P_E$  - естественное давление от охлаждения воды в системе отопления, Па.

$$\Delta P_E = \Delta P_{ПП} + \Delta P_{ТР}, \quad (3.2)$$

где  $\Delta P_{ПП}$  - давление от охлаждения воды в приборах, Па;

$\Delta P_{ТР}$  - давление от охлаждения воды в трубах (учитывается только в системах с верхней разводкой), Па.

Величину  $\Delta P_E$  можно вычислить по формуле

$$\Delta P_E = \beta \cdot g \cdot h_0 \cdot (t_G - t_0), \quad (3.3)$$

где  $\beta$  - среднее увеличение объемной массы воды при уменьшении ее температуры на  $1^\circ\text{C}$ ,  $\text{кг}/(\text{м}^3\text{C})$ ;

$h_0$  - высота между центром охлаждения отопительного прибора  $n$ -го уровня и уровнем обратной магистрали теплосети в узле ввода, м.

Значение  $\beta$  при  $(t_G - t_0) = 90-70^\circ\text{C}$  равно 0,64.

#### Пример 6. Гидравлический расчет для системы отопления СО2

Исходные данные:

Давление, развиваемое циркуляционным насосом  $\Delta P_H = 5000$  Па;

$h_0 = 2,9$  м.

Располагаемое давление:

$$\Delta P_p = 5000 + 0,4 \cdot 0,64 \cdot 9,81 \cdot 2,9 \cdot (90 - 70) = 5145 \text{ Па}$$

Последовательность гидравлического расчета:

1) Для предварительного выбора диаметра труб определяется среднее значение

удельной потери давления на трение  $R_{cp}$ ,  $\frac{\text{Па}}{\text{м}}$ , по формуле

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\Sigma l}, \quad (3.4)$$

где 0,65 – коэффициент, учитывающий долю потерь давления на трение;

$\Delta P_p$  – располагаемое давление, Па;

$\Sigma l$  – общая длина главного циркуляционного кольца.

$$\text{Для системы отопления №2: } R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 5145}{129,0} = 25,9 \frac{\text{Па}}{\text{м}}.$$

2) Определяется расход теплоносителя  $G$ ,  $\text{кг}/\text{ч}$ , на каждом участке по формуле

$$G = \frac{3,6 \cdot Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_G - t_0)}, \quad (3.5)$$

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		20

где  $Q$  – тепловая нагрузка на участке, Вт;

$3,6$  – переводной коэффициент,  $\frac{\text{кДж}}{\text{Вт} \cdot \text{ч}}$ ;

$\beta_1$  – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов при округлении сверх расчетной величины;

$\beta_2$  – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных стен;

$c$  – удельная теплоёмкость воды, равная  $4,187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;

$t_G, t_O$  – температура горячей и обратной воды,  $^\circ\text{C}$ .

Например, для участка 1:  $Q = 21280$  Вт

$$G = \frac{3,6 \cdot Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_G - t_O)} = \frac{3,6 \cdot 900 \cdot 1,02 \cdot 1,03}{4,19 \cdot (90 - 70)} = 27,4 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

3) По величине  $R_{CP}$ , расходу теплоносителя  $G$ , предельно допустимым скоростям движения теплоносителя можно найти предварительный диаметр труб  $d_y$ , мм, таким образом, чтобы фактические удельные потери давления  $R_{\Phi}$  минимально отличались от  $R_{CP}$ , т.е.  $|R_{CP} - R_{\Phi}| \rightarrow 0$ . В таблицу для гидравлического расчета записывают  $R_{\Phi}$  и скорость движения воды  $\omega$  при выбранном диаметре трубы

4) Определяются потери давления на трение на каждом участке  $R_{\Phi} \cdot l$ , где  $l$  – длина участка, м.

5) Составляется перечень местных сопротивлений, затем по известному диаметру участка и расходу теплоносителя выбираются коэффициенты местных сопротивлений  $\Sigma \xi$ . Результаты заносим в таблицу. Расчетная схема приведена на рис. 3.1.

Перечень местных сопротивлений главного циркуляционного кольца для системы отопления №2:

Участок № 1 ( $d_y = 15$  мм)

отвод на  $90^\circ$  (2 шт.)

радиатор стальной

$$\zeta = 3 \cdot 0,8$$

$$\zeta = 3,5$$

$$\Sigma \zeta = 5,9$$

Участок № 2 ( $d_y = 15$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,50$

$$\zeta = 2,20$$

$$\Sigma \zeta = 2,20$$

Участок № 3 ( $d_y = 15$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,67$

$$\zeta = 1,10$$

$$\Sigma \zeta = 1,10$$

Участок № 4 ( $d_y = 20$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,66$

$$\zeta = 1,30$$

$$\Sigma \zeta = 1,30$$

Участок № 5 ( $d_y = 20$  мм)

отвод на  $90^\circ$  (2 шт.)

тройник на проход

$$\zeta = 2 \cdot 0,8$$

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		21

при $\bar{G}_{прох} = 0,79$	$\zeta=0,86$ $\Sigma\zeta=0,86$
Участок № 6 ( $d_y = 25$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{отв} = 0,52$ отвод на $90^\circ$	$\zeta=1,40$ $\zeta= 0,6$ $\Sigma\zeta=2,00$
Участок № 7 ( $d_y = 32$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{отв} = 0,58$ отвод на $45^\circ$ (2 шт.)	$\zeta=1,6$ $\zeta= 2 \cdot 0,6$ $\Sigma\zeta=2,80$
Участок № 7' ( $d_y = 32$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{отв} = 0,58$ отвод на $45^\circ$ (2 шт.)	$\zeta=1,6$ $\zeta= 2 \cdot 0,6$ $\Sigma\zeta=2,80$
Участок № 6' ( $d_y = 32$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{отв} = 0,52$ отвод на $90^\circ$	$\zeta=1,40$ $\zeta= 0,6$ $\Sigma\zeta=2,00$
Участок № 5' ( $d_y = 20$ мм) отвод на $90^\circ$ (2 шт.) тройник на проход при $\bar{G}_{прох} = 0,79$	$\zeta=2 \cdot 0,8$ $\zeta=0,86$ $\Sigma\zeta=0,86$
Участок № 4' ( $d_y = 20$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{прох} = 0,66$	$\zeta=1,30$ $\Sigma\zeta=1,30$
Участок № 3' ( $d_y = 15$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{прох} = 0,67$	$\zeta=1,10$ $\Sigma\zeta=1,10$
Участок № 2' ( $d_y = 15$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{прох} = 0,50$	$\zeta=2,20$ $\Sigma\zeta=2,20$
Участок № 1' ( $d_y = 15$ мм) отвод на $90^\circ$ (2 шт.) радиатор стальной	$\zeta=2 \cdot 0,8$ $\zeta=3,5$ $\Sigma\zeta=5,1$

- б) По известным скоростям движения теплоносителя  $\omega$  и  $\Sigma\xi$  для каждого участка определяются потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, по формуле:

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		22

$$Z = \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot \Sigma \xi, \quad (3.6)$$

где  $\rho$  - плотность воды,  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>;  
 $\omega$  – скорость воды, м/с.

7) Общие потери давления на участке, Па:

$$R_{\phi} \cdot l + Z. \quad (3.7)$$

8) Определяем суммарные потери давления по всему кольцу, Па:

$$\Sigma(R_{\phi} \cdot l + Z) = 3619 \text{ Па}. \quad (3.8)$$

Производим увязку ответвления 8-9-10-11-12-13-13'-12'-11'-10'-9'-8'.  
 Аналогично рассчитываем с п.1 по п.4.

Перечень коэффициентов местных сопротивлений:

Участок № 8 ( $d_y = 15$ мм) отвод на 90° (2 шт.) радиатор стальной	$\zeta=2 \cdot 0,8$ $\zeta=3,5$ $\Sigma \zeta=5,10$
Участок № 9 ( $d_y = 15$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,42$ отвод на 90°	$\zeta=3,56$ $\zeta=0,8$ $\Sigma \zeta=4,36$
Участок № 10 ( $d_y = 15$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,63$	$\zeta=1,61$ $\Sigma \zeta=1,61$
Участок № 11 ( $d_y = 15$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,73$	$\zeta=1,00$ $\Sigma \zeta=1,00$
Участок № 12 ( $d_y = 20$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,83$	$\zeta=0,86$ $\Sigma \zeta=0,86$
Участок № 13 ( $d_y = 20$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,85$ отвод на 90°	$\zeta=0,87$ $\zeta=0,6$ $\Sigma \zeta=1,47$
Участок № 13' ( $d_y = 20$ мм) тройник на проход при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,85$ отвод на 90°	$\zeta=0,87$ $\zeta=0,6$ $\Sigma \zeta=1,47$
Участок № 12' ( $d_y = 20$ мм)	

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		23

тройник на проход

при  $\bar{G}_{прох} = 0,83$

$$\zeta = 0,86$$

$$\Sigma \zeta = 0,86$$

Участок № 11' ( $d_y = 15$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{прох} = 0,73$

$$\zeta = 1,00$$

$$\Sigma \zeta = 1,00$$

Участок № 10' ( $d_y = 15$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{прох} = 0,63$

$$\zeta = 1,61$$

$$\Sigma \zeta = 1,61$$

Участок № 9' ( $d_y = 15$  мм)

тройник на проход

при  $\bar{G}_{прох} = 0,42$

отвод на  $90^\circ$

$$\zeta = 3,56$$

$$\zeta = 0,8$$

$$\Sigma \zeta = 4,36$$

Участок № 8' ( $d_y = 15$  мм)

отвод на  $90^\circ$  (2 шт.)

радиатор стальной

$$\zeta = 2 \cdot 0,8$$

$$\zeta = 3,5$$

$$\Sigma \zeta = 5,10$$

Аналогично рассчитываем с п.5 по п.8.

Суммарные потери давления в ответвлении составили 1568 Па.

Результаты расчета приведены в табл. 3.3.

Расчетная схемы приведена на рис. 3.1.



Таблица 3.3

## Гидравлический расчёт системы отопления CO2

Номер участка	Тепловая нагрузка на участке Q, Вт	Расход теплоносителя на участке G, кг/ч	Длина участка L, м	Диаметр du, мм	Скорость теплоносителя $\omega$ , м/с	Потери давления на трение R, Па/м	Потери давления на трение Rl, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Потери давления на участке (Rl+Z), Па	Потери давления (Rl+Z)уч, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Главное кольцо</b>											
1	900	32	6,4	15	0,05	3	21	5,9	6	27	27
2	1800	65	3,0	15	0,10	15	46	2,2	10	55	83
3	2700	97	3,0	15	0,14	32	96	1	10	106	188
4	4100	148	6,1	20	0,22	70	427	1,3	29	457	645
5	5160	186	17,3	20	0,15	23	404	2,66	29	433	1078
6	10710	386,7	3,4	25	0,19	26	89	1,9	33	122	1200
7	18530	669,1	31,5	32	0,19	18	554	3,4	57	611	1810
7'	18530	669,1	31,5	32	0,19	18	554	3,4	58	611	1809
6'	10710	386,7	3,4	25	0,19	26	89	1,9	33	122	1198
5'	5160	186	17,3	20	0,15	23	404	2,66	29	433	1075
4'	4100	148	6,1	20	0,22	70	427	1,3	30	457	642
3'	2700	97	3,0	15	0,14	32	96	1	10	106	185
2'	1800	65	3,0	15	0,10	15	46	2,2	10	55	79
1'	900	32	6,4	15	0,05	3	21	2,4	3	24	24
		<b><math>\Sigma l =</math></b>	<b>141,4</b>							<b>3619</b>	
<b>Ответвление 8-9-10-11-12-13</b>											
8	760	27,4	5,6	15	0,04	3	15	5,1	4	19	19
9	1810	65,4	6,8	15	0,10	15	105	4,36	19	124	143
10	2860	103,3	3,0	15	0,15	36	107	1,61	18	124	267
11	3910	141,2	3,0	15	0,21	64	193	1	21	213	481
12	4730	170,8	3,0	20	0,14	20	59	0,86	8	67	548
13	5550	200,4	8,2	20	0,16	27	219	1,47	18	237	785
13'	5550	200,4	8,2	20	0,16	27	219	1,47	19	237	783
12'	4730	170,8	3,0	20	0,14	20	59	0,86	8	67	546
11'	3910	141,2	3,0	15	0,21	64	193	1	21	214	479
10'	2860	103,3	3,0	15	0,15	36	107	1,61	18	124	265
9'	1810	65,4	6,8	15	0,10	15	105	4,36	20	124	141
8'	760	27,4	5,6	15	0,04	3	15	1,6	1	17	17
		<b><math>\Sigma l =</math></b>	<b>59,2</b>							<b>1568</b>	
<b>Ответвление 14-15-16-17-18-19-20-21</b>											
14	860	31	5,2	15	0,05	3	16	5,1	6	22	22
15	1420	51	3,2	15	0,07	8	26	1,61	4	31	52
16	1980	71	3,7	15	0,10	18	67	1,78	9	76	129
17	2540	92	3,0	15	0,13	29	86	0,88	8	93	222
18	3100	112	3,0	20	0,11	9	27	0,85	5	32	254
19	3660	132	3,0	20	0,11	12	37	0,8	4	41	296

20	4220	152	8,2	20	0,12	16	132	1,38	10	142	437
21	7820	282	3,6	25	0,14	15	53	1,9	17	70	507
21'	7820	282	3,6	25	0,14	15	53	1,9	18	70	505
20'	4220	152	8,2	20	0,12	16	132	1,38	10	142	434
19'	3660	132	3,0	20	0,11	12	37	0,8	4	41	292
18'	3100	112	3,0	20	0,11	9	27	0,85	5	32	251
17'	2540	92	3,0	15	0,13	29	86	0,88	8	93	218
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16'	1980	71	3,7	15	0,10	18	67	1,78	9	76	125
15'	1420	51	3,2	15	0,07	8	26	1,61	4	31	49
14'	860	31	5,2	15	0,05	3	16	1,6	2	18	18
		Σ1 =	<b>69,8</b>							<b>1023</b>	
Ответвление 22-23-24-25-26											
22	880	32	6,4	15	0,05	3	20	5,9	6	27	27
23	1030	37	3,0	15	0,05	4	11	0,8	1	12	39
24	1950	70	3,0	15	0,10	18	53	2	10	63	102
25	2670	96	6,8	15	0,14	31	213	3,36	32	245	347
26	3600	130	9,6	20	0,10	12	115	0,94	5	120	467
26'	3600	130	9,6	20	0,10	12	115	0,94	5	120	464
25'	2670	96	6,8	15	0,14	31	213	3,36	32	245	344
24'	1950	70	3,0	15	0,10	18	53	2	10	63	99
23'	1030	37	3,0	15	0,05	4	11	0,8	1	12	35
22'	880	32	6,4	15	0,05	3	20	2,4	3	23	23
		Σ1 =	<b>57,6</b>							<b>931</b>	

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

26

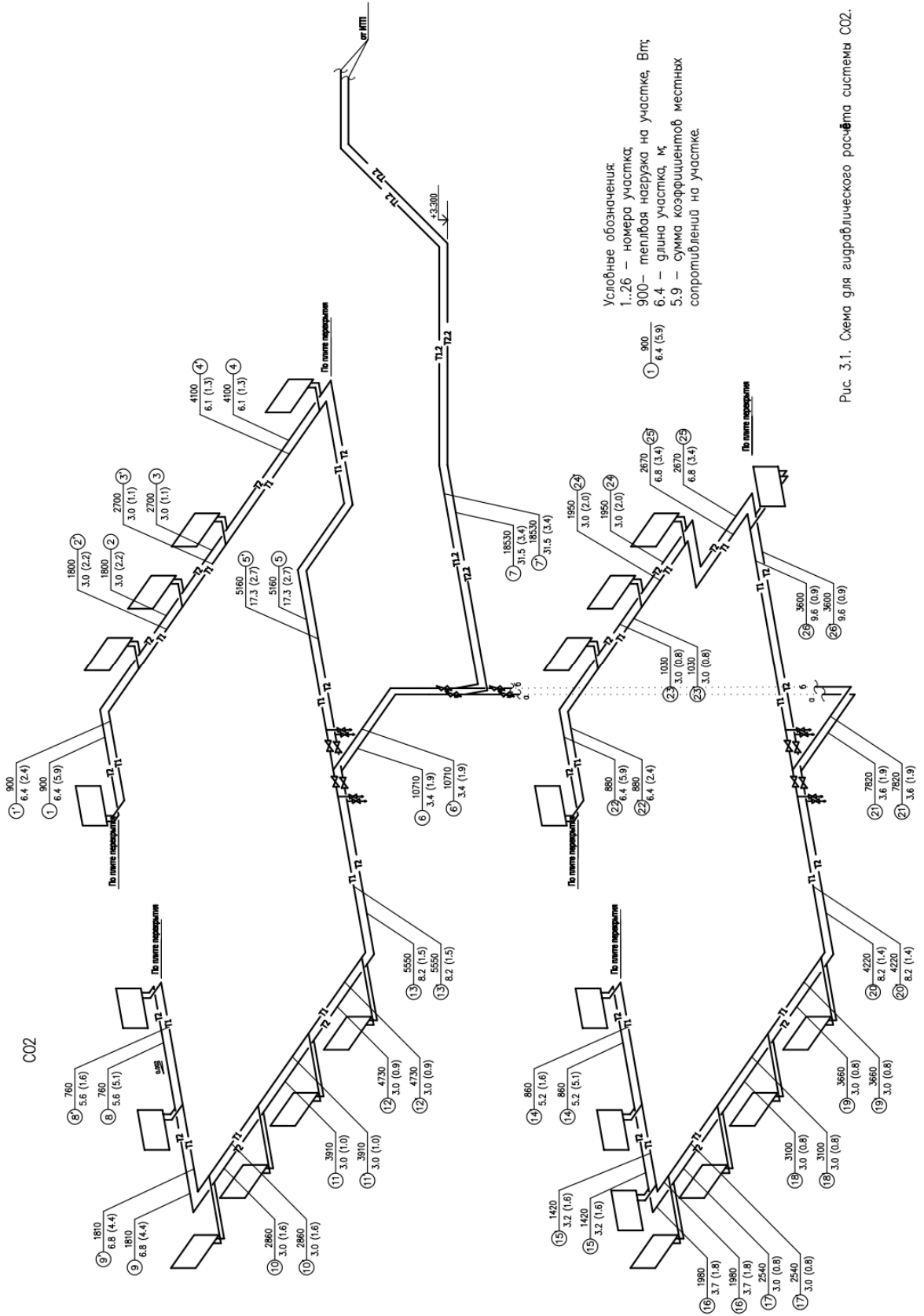


Рис. 3.1. Схема для гидравлического расчета системы CO2.

ИЗ	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
----	------	----------	--------	------

13.03.01.2020 562 ПЗ

## 4. ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 4.1. Расчёт воздухообменов

Воздухообмен в помещениях определяется по кратности, принятой в зависимости от назначения помещения. В качестве расчетного помещения принимаем офисное помещение 205. Рабочим проектом в офисных и административных помещениях предусмотрено центральное кондиционирование с помощью холодильной машины (чиллера) и вентиляторов-доводчиков (фэн-койлов). Ассимиляция теплоизбытков происходит за счёт охлаждения рециркуляционного воздуха, который забирается непосредственно из помещения и проходит через теплообменник доводчика. Поэтому в дипломном проекте в качестве воздухообмена для расчетного помещения берём воздухообмен по массе выделения вредных веществ (для офисных помещений углекислый газ  $\text{CO}_2$ ).

#### 4.1.1. Определение выделений вредных веществ

Выделение теплоты (явной и полной), водяных паров и вредных веществ является основой для определения величины необходимого в помещении воздухообмена. Теплота выделяется людьми, поступает от солнечной радиации, освещения, нагретого оборудования и т.д. Выделение теплоты, влаги и двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) человеком зависит от рода деятельности, температуры и подвижности окружающего воздуха и приведены в табл. 4.1 для легкой работы. Данные приведены из расчета на одного взрослого мужчину. Для женщин они принимаются с коэффициентом  $k = 0,85$ . В расчетном помещении 10 мужчин и 10 женщин.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		28

Таблица 4.1

Количество теплоты, влаги и углекислого газа (CO<sub>2</sub>), выделяемых человеком

Параметры		Значения параметров (теплота – Вт, влага – г/ч, CO <sub>2</sub> – г/ч) при температуре воздуха $t_{wz}$ , °C	
		20	22
Теплота	Явная	90	80
	Полная	120	105
Влага		40	45
CO <sub>2</sub>		23	23

Количество углекислого газа (CO<sub>2</sub>), выделяемых в помещение можно найти по формуле:

$$Q_{CO_2}^{XIII} = k \cdot n \cdot Q_{CO_2}, \frac{z}{ч}, \quad (4.1)$$

где  $n$  – количество людей в помещении;

$Q_{CO_2}$  – поступления углекислого газа (CO<sub>2</sub>) от одного человека,  $\frac{z}{ч}$ .

$$Q_{CO_2}^{XIII} = 1 \cdot 10 \cdot 23 + 0,85 \cdot 10 \cdot 23 = 425,5 \frac{z}{ч}.$$

#### 4.1.2. Выбор расчетных температур приточного и удаляемого воздуха

В здании принята организация воздухообмена по схеме сверху вниз. Приточный воздух распределяется по верхней зоне. Удаление загрязненного воздуха осуществляется из верхней зоны через отверстия в вытяжных воздуховодах.

В теплый период года в качестве приточного воздуха подается наружный воздух без охлаждения, поэтому принимается  $t_{in} = t_{ext}^A = 22,0^\circ C$ .

В холодный период принимается температура приточного воздуха на  $(3 \div 5)^\circ \tilde{N}$  ниже нормируемой температуры в рабочей зоне, т.е.  $t_{in} = t_{wz}^{min} - 3 = 20 - 3 = 17^\circ C$ .

При переходных условиях температура приточного воздуха принимается равной температуре приточного воздуха в холодный период  $17^\circ \tilde{N}$ .

Температура удаляемого воздуха для всех периодов года определяется по формуле:

$$t_l = t_{in} + k_t \cdot (t_{wz} - t_{in}), \text{ } ^\circ \tilde{N}, \quad (4.2)$$

где  $k_t = 1$  – коэффициент воздухообмена по теплоизбыткам (принята настилаящаяся струя с кратностью воздухообмена более  $5 \div^{-1}$ ).

В теплый период года:  $t_l = 22,0 + 1 \cdot (25,0 - 22,0) = 25,0^\circ C$ .

В холодный период года:  $t_l = 17,0 + 1 \cdot (20,0 - 17,0) = 20,0^\circ C$ .

При переходных условиях:  $t_l = 17,0 + 1 \cdot (20,0 - 17,0) = 20,0^\circ C$ .

Результаты расчета представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2.

Расчетные значения температур приточного и удаляемого воздуха

Период года	$t_{in}, ^\circ C$	$t_l, ^\circ C$
Теплый	22	25
Холодный	17	20
Переходные условия	17	20

#### 4.1.3. Определение воздухообмена для расчетного помещения по вредным выделениям

Воздухообмен рассчитывается в зависимости от вредных выделений, для борьбы с которыми он предназначен. Расход воздуха определяется отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий.

Воздухообмен по массе выделяющихся вредных веществ  $M_G, \frac{кг}{с}$ , рассчитывается по формуле:

$$M_G = \frac{1,2 \cdot G}{q_l - q_{in}}, \quad (4.3)$$

где  $G$  – масса вредного вещества, поступающего в воздух помещения,  $\frac{кг}{с}$ ;

$q_l = 2 \frac{г}{м^3}$  – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе (принимается для учреждений);

$q_{in} = 0,8 \frac{г}{м^3}$  – концентрация вещества в подаваемом воздухе (принимается концентрация вредного вещества в воздухе большого города).

Вредным веществом в нашем случае является двуокись углерода.

Для теплого, холодного периода года и переходных условий воздухообмен по массе выделяющихся вредных веществ равен:

$$M_G = \frac{1,2 \cdot 425,5}{3600 \cdot (2 - 0,8)} = 0,118 \frac{кг}{с}.$$

Рабочим проектом в офисных и административных помещениях предусмотрено центральное кондиционирование с помощью холодильной машины (чиллера) и вентиляторов-доводчиков (фэн-койлов). Ассимиляция теплоизбытков происходит за счёт охлаждения рециркуляционного воздуха, который забирается непосредственно из помещения и проходит через теплообменник доводчика. Поэтому в дипломном проекте в качестве воздухообмена для расчётного помещения берём воздухообмен по нормируемой кратности для офисного помещения (1,5 на приток, 1,5 на вытяжку) и проверяем с величиной воздухообмена по массе выделения вредных веществ.



Таблица 4.3

Таблица воздухообменов по кратности

№ помещени я	Наименование помещение	t <sub>вн</sub> °С	Строите льный объем	Кратность		Объем воздуха м <sup>3</sup> /ч		№ установок		Категор ия помещен ия
				приток	вытяж ка	приток	вытяж ка	приток	вытя жка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>1 этаж</b>										
101	Тамбур	16	43,6	-	-	-	-			
102	Холл	16	1219,5	2	-	1955	-	П2		
103	Обеденный зал на 40 п.мест	16	327,1	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	1600	1600	П1	В1	40 человек
104	Санузел	20	6,3	-	-	-	-			
105	Санузел	20	9,4	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50		В7	1 унитаз
106	Санузел	20	9,4	-	-	-	-			
107	Санузел	20	6,3	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50		В7	1 унитаз
108	Комната хранения уборочного инвентаря	16	13,2	-	25 м <sup>3</sup> /ч на пом.	-	25		В7	
109	Комната ЛГЖ	20	13,2	-	50 м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50		В7	1 унитаз
110	Насосная	5	73,8	-	1	-	80		В2	
111	Лифтовой холл	16	43,6	1	-	40	-	П2		
112	Коридор	16	39,2	-	-	-	-			
113	Офис	20	56,2	1,5	1,5	90	90	П2	В2	
114	Офис	20	80,6	1,5	1,5	120	120	П2	В2	
115	Комната переговоров	20	65,1	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	360	360	П2	В2	9 человек
116	Комната переговоров	20	68,4	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	40 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел.	360	360	П2	В2	9 человек
117	Лестничная клетка	16	46,3	-	-	-	-			
118	Тамбур	16	18,5	-	-	-	-			



119	Лестничная клетка	16	58,1	-	-	-	-			
120	Тамбур	16	12,2	-	-	-	-			
121	Тамбур	16	16,6	-	-	-	-			
122	Тамбур	16	21,7	-	-	-	-			
123	Коридор	16	225,4	-	-	-	-			
124	Помещение охраны	20	51,6	1	1	50	50	П1	В2	
125	Тамбур	16	21,4	-	-	-	-			
126	Венткамера	5	46,3	2	-	90	-	П1		
127	Офис	20	101,1	1,5	1,5	150	150	П1	В2	
128	Гардероб	16	22,4	-	1	-	25		В2	
129	Холл	16	86,5	1	-	90	-	П1		
130	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
131	Индивидуальный тепловой пункт	5	103,7	2	3	210	320	П2	В2	
132	Санузел	20	15,9	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		В6	1 унитаз
133	Санузел	20	5,4	-	-	-	-			
134	Санузел	20	4,9	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		В6	1 унитаз
135	Комната хранения уборочного инвентаря	16	3,9	-	25 м³/ч на пом.	-	25		В6	
136	Санузел	20	4,1	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		В6	1 унитаз
137	Санузел	20	7,3	-	75 м³/ч на 1 душ.с	-	75		В6	1 душевая сетка
138	Электрощитовая	5	46,4	-	-	-	-			переток
139	Загрузочная	10	23,4	3	-	70	-	П1		
140	Коридор	16	28,3	-	-	-	-			
141	Моечная столовой посуды	20	32,0	4	6	460	700	П1	В4 - 500, В5 - 200	МО+кра тность
142	Гардероб персонала	23	11,2	-	1	-	15		В5	

143	Кладовая овощей	5	8,6	-	2	-	20		B5	
144	Овощной цех	16	21,2	3	4	60	80	П1	B5	
145	Загрузочная	10	81,8	3	-	240	-	П1		
146	Кладовая суточного запаса	12	26,3	-	1	-	30		B5	
147	Мясо-рыбный цех	16	35,7	3	4	100	140	П1	B5	
148	Мучной цех	5	26,1	по расчету	по расчету	420	650	П1	B4 - 600, B5 - 50	B: MO+кратность, П: 65% от B
149	Горячий цех	5	64,5	по расчету	по расчету	2500	3850	П1	B3 - 3710, B5 - 140	B: MO+кратность, П: 65% от B
150	Моечная кухонной посуды	20	12,1	4	6	50	70	П1	B5	
151	Холодный цех	16	37,4	3	4	110	150	П1	B5	
152	Раздаточная	16	78,9	2	-	160	-	П1		сбалансировать B из муч. и гор. цеха
	Итого по расчету:					7330	9285			
	Итого по балансу:					9285	9285			
<b>2 этаж</b>										
201	Холл	16	314,7	1	-	310	-	П2		
202	Лестничная клетка	16	65,3	-	-	-	-			
203	Лифтовый холл	16	43,6	1	-	40	-	П2		
204	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205	Офис	20	956,7	1,5	1,5	1440	1440	П2	B2	
206	Комната переговоров	20	104,9	40 м³/ч на 1 чел.	40 м³/ч на 1 чел.	600	600	П2	B2	15 человек
207	Комната переговоров	20	53,0	40 м³/ч на 1 чел.	40 м³/ч на 1 чел.	320	320	П2	B2	8 человек
208	Офис	20	217,9	1,5	1,5	330	330	П2	B2	
209	Архив	20	22,2	1,5	1,5	30	30	П2	B2	
210	Архив	20	38,1	1,5	1,5	60	60	П2	B2	

211	Гардероб	16	23,1	-	1	-	30		B2	
212	Комната отдыха	16	41,7	30 м³/ч на 1 чел.	30 м³/ч на 1 чел.	180	180	П2	B2	6 человек
213	Комната хранения уборочного инвентаря	16	6,9	-	25 м³/ч на пом.	-	25		B7	
214	Санузел	20	10,5	-	50 м³/ч - 1 у, 25 м³/ч - 1 п	-	75		B7	1 унитаз, 1 писсуар
215	Санузел	20	8,3	-	-	-	-			
216	Санузел	20	10,5	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		B7	1 унитаз
217	Санузел	20	8,3	-	-	-	-			
218	Коридор	16	256,2	-	-	-	-			
219	Гардероб	16	20,8	-	1	-	20		B2	
220	Офис	20	150,0	1,5	1,5	230	230	П2	B2	
221	Офис	20	110,8	1,5	1,5	170	170	П2	B2	
222	Офис	20	88,1	1,5	1,5	130	130	П2	B2	
223	Комната ЛГЖ	20	13,0	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		B6	1 унитаз
224	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
225	Офис	20	147,7	1,5	1,5	220	220	П2	B2	
226	Офис	20	203,1	1,5	1,5	310	310	П2	B2	
227	Офис	20	204,5	1,5	1,5	310	310	П2	B2	
228	Офис	20	104,3	1,5	1,5	160	160	П2	B2	
229	Банкетный зал	16	96,4	30 м³/ч на 1 чел.	30 м³/ч на 1 чел.	330	330	П2	B2	11 человек
230	Коридор	16	11,8	-	-	-	-			
231	Комната отдыха	20	26,0	30 м³/ч на 1 чел.	30 м³/ч на 1 чел.	120	120	П2	B2	4 человека
232	Санузел	20	7,5	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		B6	1 унитаз
233	Санузел	20	5,6	-	-	-	-			

234	Санузел	20	8,1	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		В6	1 унитаз
235	Санузел	20	5,7	-	-	-	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Итого по расчету:					5290	5290			
	Итого по балансу:					5290	5290			
<b>3 этаж</b>										
301	Холл	16	396,8	1	-	400	-	ПЗ		
302	Лестничная клетка	16	83,8	-	-	-	-			
303	Лифтовый холл	16	43,6	1	-	40	-	ПЗ		
304	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
305	Офис	20	70,2	1,5	1,5	110	110	ПЗ	В8	
306	Кабинет	20	123,0	1,5	1,5	190	190	ПЗ	В8	
307	Кабинет	20	132,5	1,5	1,5	200	200	ПЗ	В8	
308	Коридор	16	49,8	-	-	-	-			
309	Приемная	20	114,4	1,5	1,5	170	170	ПЗ	В8	
310	Комната переговоров	20	160,7	40 м³/ч на 1 чел.	40 м³/ч на 1 чел.	520	520	ПЗ	В8	13 человек
311	Кабинет директора	20	181,8	1,5	1,5	270	270	ПЗ	В8	
312	Тамбур	16	10,3	-	-	-	-			
313	Гардероб	16	5,8	-	1	-	10		В8	
314	Коридор	16	16,6	-	-	-	-			
315	Гардероб	16	17,9	-	1	-	20		В8	
316	Комната отдыха	20	70,5	30 м³/ч на 1 чел.	30 м³/ч на 1 чел.	300	300	ПЗ	В8	10 человек
317	Санузел	20	19,3	-	50 м³/ч - 1 у, 75 м³/ч- 1 дс	-	125		ВЕ1	2 унитаза, 1 душевая кабина
318	Кухня	20	15,6	2	2	30	30	ПЗ	ВЕ2	
319	Коридор	16	14,7	по баланс у	-	40	-	ПЗ		
320	Серверная		27,3	5	5	150	150	ПЗ	В8	

321	Архив	20	24,4	1,5	1,5	40	40	ПЗ	В8	
322	Офис	20	104,0	1,5	1,5	160	160	ПЗ	В8	
323	Офис	20	89,6	1,5	1,5	140	140	ПЗ	В8	
324	Гардероб	16	24,4	-	1	-	25		В8	
325	Комната хранения уборочного инвентаря	16	6,9	-	25 м³/ч на пом.	-	25		В7	
326	Санузел	20	10,5	-	50 м³/ч - 1 у, 25 м³/ч - 1 п	-	75		В7	1 унитаз, 1 писуар
327	Санузел	20	8,3	-	-	-	-			
328	Санузел	20	10,5	-	50 м³/ч на 1 унитаз	-	50		В7	1 унитаз
329	Санузел	20	8,3	-	-	-	-			
330	Коридор	16	53,1	по балансу	-	40	-	ПЗ		
331	Венткамера	5	187,7	-	1	-	190		В8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
332	Тамбур	16	22,0	-	-	-	-			
333	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
	Итого по расчету:					2720	2800			
	Итого по балансу:					2800	2800			
<b>4 этаж</b>										
401	Лестничная клетка	16	71,5	-	-	-	-			
402	Машинное отделение лифта	5	108,9	2	2	220	220	ПЗ	ВЕЗ	
	Итого по расчету:					220	220			
	Итого по балансу:					220	220			

### 4.3. Конструирование систем вентиляции

#### 4.3.1. Общие конструктивные решения

Для создания нормативных санитарно-гигиенических параметров воздуха в рабочей зоне проектом разработана приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. В помещениях здания АБК предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением, с самостоятельными системами вентиляции для каждой группы помещений. Самостоятельные вытяжные системы с механическим побуждением предусмотрены для следующих групп помещений:

- 1) Система П1 – система приточной вентиляции для помещений раздаточной, обеденного зала, вспомогательных помещений кафе (см. чертеж л.10).
- 2) Система П2/В2 – система приточно-вытяжной вентиляции для офисных помещений 1 и 2 этажа (см. чертеж л.11).
- 3) Система П3 – система приточной вентиляции для административных помещений 3 этажа (см. чертеж л.11).
- 4) Система В1 – система вытяжной вентиляции для помещения обеденного зала (см. чертеж л.10).
- 5) Система В3 – система местной вытяжной вентиляции над технологическим оборудованием горячего цеха (см. чертеж л.10).
- 6) Система В4 – система местной вытяжной вентиляции над технологическим оборудованием мучного цеха и моечной посуды (см. чертеж л.10).
- 7) Система В5 – система вытяжной вентиляции для вспомогательных помещений кафе (см. чертеж л.10).
- 8) Система В6 – система вытяжной вентиляции для помещений санузлов 1 и 2 этажа в осях 1/1-4/1 (см. чертеж л.10).
- 9) Система В7 – система вытяжной вентиляции для помещений санузлов 1,2 и 3 этажей в осях 1-7 (см. чертеж л.10).
- 10) Система В8 – система вытяжной вентиляции для административных помещений 3 этажа (см. чертеж л.10).
- 11) Система ВЕ1 – система естественной вытяжной вентиляции для помещения санузла (см. чертеж л.10).
- 12) Система ВЕ2 – система естественной вытяжной вентиляции для помещения кухни (см. чертеж л.10).
- 13) Система ВЕ3 – система естественной вытяжной вентиляции для помещения машинного отделения лифта (см. чертеж л.10).

В здании предусматривается поддержание следующих параметров воздуха:

- 1) температура воздуха +16°C ... +23°C – зимний период;
- 2) скорость движения воздуха 0,15 м/сек ... 0,5 м/сек.

Для систем вентиляции применяется оборудование фирм Ostberg, Systemair, Арктика. Все оборудование применено в шумоизолированном корпусе.

Для поддержания заданных параметров микроклимата в холодный период года установках предусмотрен подогрев воздуха в водяных калориферах приточных установок. В здании предусмотрен баланс по воздухообмену (по этажам).

Для теплоснабжения калориферов используется вода с параметрами 90/70°C после ИТП. Наружный воздух для систем П1..П3 нагревается в секциях водяных нагревателей приточных установок. Расход тепла на теплоснабжение калориферов составляет 344,01 кВт. В обвязках нагревателей применяются регулирующие трёхходовые клапаны VХG и циркуляционные насосы UPS фирмы “Grundfos”.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
						38
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

Трубопроводы систем теплоснабжения запроектированы из стальных водогазопроводных труб ГОСТ 3262-75\* и электросварных труб ГОСТ 10704-91\* и изолированы трубками из вспененного каучука Armaflex.

Воздуховоды систем вентиляции запроектированы из оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80 нормируемой толщины.

Транзитные воздуховоды выполняются из стали толщиной 1,4 мм по ГОСТ 19904-90, соединенной плотным сварным швом, покрываются огнезащитным составом для обеспечения огнестойкости 0,5 ч и закрываются строительными конструкциями (прокладываются в коммуникационных шахтах), а при пересечении противопожарных преград оборудуются огнезадерживающими клапанами.

Для предотвращения проникновения холодного воздуха через дверные проемы 2-х главных входов и входа в разгрузочную предусмотрены воздушно-тепловые завесы с водяным подогревом: верхние ЗВШ-4-1\*БВ – 4 шт. Температура воздуха, подаваемого завесами, не превышает 50°C, скорость выпуска воздуха – не более 8 м/с.

Над технологическим оборудованием (поз. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 17) запроектированы локализирующие устройства в виде зонтов (см. чертеж л.7). Характеристика местных отсосов приведена в таблице на л.1 «Общие данные».

### 4.3.2. Помещения кафе

Для помещений кафе предусматривается самостоятельная приточная система вентиляции с механическим побуждением. Приточная установка состоит из секций: фильтра, калорифера, вентилятора и шумоглушителя.

Подача приточного воздуха во все помещения осуществляется через потолочные воздухораспределители 4АПР-П и ДПУ-К фирмы «Арктос», удаление воздуха предусматривается также из верхней зоны. Схема воздухораспределения принята «сверху – вверх».

Вытяжные канальные вентиляторы расположены под потолком в производственных помещениях.

Для предотвращения распространения шума от вентустановок предусмотрены шумоглушители и звукоизоляция канальных вентиляторов.

### 4.3.3. Офисные помещения 1-2-го этажей

Для офисных помещений 1-2-го этажей предусмотрена самостоятельная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Приточно-вытяжная установка состоит из приточной и вытяжной установок; приточная установка – из секций: фильтра, калорифера, вентилятора, шумоглушителя; вытяжная установка – из секций: шумоглушитель, фильтр, вентилятор.

Подача приточного воздуха во все помещения осуществляется через потолочные воздухораспределители 4АПР-П и ДПУ-К фирмы «Арктос», удаление воздуха предусматривается также из верхней зоны. Схема воздухораспределения принята «сверху – вверх».

Приточно-вытяжная установка расположена в венткамере на 3-м этаже.

Для предотвращения распространения шума от вентустановок предусмотрены шумоглушители и специальные мероприятия в строительной части (предусмотрена звукоизоляция венткамеры).

Из санузлов предусмотрены самостоятельные для каждого этажа системы вентиляции с механическим побуждением.

								13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата					39

### 4.3.4. Административные помещения 3-го этажа

Для административных помещений 3-го этажа предусмотрена самостоятельная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Приточная установка состоит из секций: фильтра, калорифера, вентилятора, шумоглушителя.

Подача приточного воздуха во все помещения осуществляется через потолочные воздухораспределители 4АПР-П и ДПУ-К фирмы «Арктос», удаление воздуха предусматривается также из верхней зоны. Схема воздухораспределения принята «сверху – вверх».

Приточная установка расположена в венткамере на 4-м этаже. Вытяжной крышный вентилятор расположен на кровле.

Для предотвращения распространения шума от вентустановки предусмотрены шумоглушители и специальные мероприятия в строительной части (предусмотрена звукоизоляция венткамеры).

Из санузлов предусмотрена самостоятельная система вентиляции с механическим побуждением.

Из помещений 317 и 318 предусмотрены самостоятельные системы вентиляции с естественным побуждением.

## 4.4. Приточная система вентиляции

### 4.4.1. Разработка системы подачи приточного воздуха для расчётного помещения в холодный период года

Исходные данные:

Помещение – офисное помещение 205. Категория тяжести работ - лёгкая, схема организации воздухообмена сверху вверх. Размеры помещения в плане АхВ = 20,9 x 12,5 м, высота помещения  $H_{п} = 3,6$  м. Высота рабочей зоны 1,5 м. Расход приточного воздуха

$1440 \frac{м^3}{ч}$ . Температура приточного воздуха  $t_{in} = 17^{\circ}C$ , нормируемая температура воздуха в

рабочей зоне  $t_{wz} = 20^{\circ}C$ , скорость воздуха  $V_{wz} = 0,3 \frac{м}{с}$ .

1. Выбор схемы подачи приточного воздуха и типа воздухораспределителя. Организация воздухообмена сверху вверх. Находим суммарную площадь всех

воздухораспределителей при начальной скорости воздуха  $3 \frac{м}{с}$ .

$$\sum F_o = \frac{L_{in}}{V_o^{don}}, \quad (4.5)$$

где  $\sum F_o$  - суммарная площадь всех воздухораспределителей,  $м^2$ ;

$L_{in}$  - расход приточного воздуха,  $\frac{м^3}{с}$ .

$$\sum F_o = \frac{1440}{3 \cdot 3600} = 0,13 м^2$$

Устанавливаю 4 воздухораспределителя типа АМР 250x150 с  $F_o = 0,034 м^2$ . Принимаю схему подачи приточного воздуха настилающимися компактными струями

										Лист
										40
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						



воздухораспределителями типа АПР. Скорость воздуха в подводящем патрубке воздухораспределителя определяем как:

$$V_o = \frac{L_{in}}{NF_o}, \frac{M}{c}. \quad (4.6)$$

$$V_o = \frac{1440}{3600 \cdot 4 \cdot 0,034} = 2,95 \frac{M}{c} < 3 \frac{M}{c}$$

Выбираем решетку АПР 250x150 с расчетной площадью  $F_o = 0,034 \text{ м}^2$ , коэффициентами  $m_o^* = 8,4$ ,  $n_o = 5,1$ ,  $\zeta = 2,2$  по [10]

где  $m_o$  - температурный коэффициент (\* - значение для настилающихся струй);

$n_o$  - скоростной коэффициент;

$\zeta$  - коэффициент местного сопротивления.

Для настилающих струй произвожу переопределение скоростного коэффициента:

$$n = n_o \cdot K_{нас}, \quad (4.7)$$

где  $K_{нас}$  - коэффициент настиания для струй, настилающихся на одну поверхность.

$$n = n_o \cdot K_{нас} = 5,1 \cdot 1,41 = 7,2.$$

2. Максимальные допустимые параметры струи на входе в рабочую зону.

Рабочие места расположены в зоне прямого воздействия струи. Допустимая скорость воздуха по оси струи на входе в рабочую зону  $V_{x \text{ don}}$  может быть выше нормируемой скорости для рабочей зоны  $V_{wz}$  и определяется как:

$$V_{x \text{ don}} \leq k \cdot V_{wz}, \quad (4.8)$$

где  $k$  – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха к максимальной скорости воздуха в струе. Принимаем согласно [11].

$$V_{x \text{ don}} \leq 1,4 \cdot 0,3 = 0,42 \frac{M}{c}.$$

3. Уточнение расчетной схемы струи.

Определяю расстояние, на котором настилающая нагретого воздуха может оторваться от потолка. Все расчеты ведем для компактной настилающей струи.

Начальная разность температур воздуха, °C:

$$\Delta t_o = t_{wz} - t_{in}. \quad (4.9)$$

$$\Delta t_o = t_{wz} - t_{in} = 20 - 17 = 3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Расчетный диаметр струи, м:

$$d_o = 1,13 \cdot \sqrt{F_o}. \quad (4.10)$$

$$d_o = 1,13 \cdot \sqrt{0,034} = 1,13 \cdot \sqrt{0,034} = 0,21 \text{ м}.$$

Определим значение числа Архимеда, определенный по начальным условиям:

$$Ar_o = \frac{g \cdot d_o \cdot \Delta t_o}{V_o^2 \cdot T_{окр}}, \quad (4.11)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\frac{M}{c^2}$ ;

$T_{окр}$  - абсолютная температура окружающего воздуха, К.

$$Ar_o = \frac{g \cdot d_o \cdot \Delta t_o}{V_o^2 \cdot T_{окр}} = \frac{9,81 \cdot 0,21 \cdot 3}{2,95^2 \cdot (273 + 20)} = 0,0024.$$

Струя отрывается от настилающейся поверхности на расстоянии  $x_{отр}$ , м:

										Лист
										41
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

$$x_{omp} = 0,55 \cdot m \cdot d_o \cdot (n \cdot Ar_o)^{-1/2}, \text{ м.} \quad (4.12)$$

$$x_{omp} = 0,55 \cdot 8,4 \cdot 0,21 \cdot (7,2 \cdot 0,0024)^{-1/2} = 7,4 \text{ м.}$$

Струя расширяется до первого критического сечения:

$$x_1 = 0,25 \cdot m \cdot F_n^{1/2}, \quad (4.13)$$

где  $F_n$  - площадь помещения в поперечном к струе направлении, приходящаяся на одну струю,  $\text{м}^2$ :

$$F_n = \frac{A_1 \cdot H_n}{N}. \quad (4.14)$$

$$F_n = \frac{12,5 \cdot 3,6}{4} = 11,3 \text{ м}^2$$

$$x_1 = 0,25 \cdot 8,4 \cdot \sqrt{11,3} = 7,1 \text{ м.}$$

Расстояние до второго критического сечения:

$$x_2 = 0,32 \cdot 8,4 \cdot \sqrt{11,3} = 9,0 \text{ м, что находится за точкой отрыва.}$$

Расстояние до третьего критического сечения:

$$x_3 = 0,4 \cdot 8,4 \cdot \sqrt{11,3} = 11,3 \text{ м.}$$

Расстояние до второго критического сечения:

$$x_4 = 0,58 \cdot 8,4 \cdot \sqrt{11,3} = 16,4 \text{ м.}$$

Интенсивность расширения струи до первого критического сечения:

$$\text{tg} \alpha_{0,5v} = \frac{0,67}{m_o}. \quad (4.15)$$

$$\text{tg} \alpha_{0,5v} = \frac{0,67}{m_o} = \frac{0,67}{5,96} = 0,11.$$

Тангенс угла раскрытия струи  $\text{tg} \alpha \approx 2 \text{tg} \alpha_{0,5v} = 2 \cdot 0,11 = 0,22$ , тогда радиус границ струи  $R_1$  в первом критическом сечении:  $R_1 = x_1 \cdot \text{tg} \alpha = 7,1 \cdot 0,22 = 1,6 \text{ м}$ . До второго критического сечения (точки отрыва) расширение струи незначительно и его можно не учитывать.

Расчетная длина оси струи от воздухораспределителя до входа в рабочую зону составляет  $x = (7,4 - 1,0) + (3,3 - 2,0) = 7,7 \text{ м}$ .

Число Архимеда для струи на входе в рабочую зону:

$$Ar_x = \frac{n}{m^2} \cdot \left( \frac{x}{d_o} \right)^2 \cdot Ar_o. \quad (4.16)$$

$$Ar_x = \frac{n}{m^2} \cdot \left( \frac{x}{d_o} \right)^2 \cdot Ar_o = \frac{7,2}{8,4^2} \cdot \left( \frac{7,7}{0,21} \right)^2 \cdot 0,024 = 0,34.$$

Коэффициент неизотермичности для расчёта температуры воздуха:

$$K_u = (1 + 2,5 \cdot Ar_x)^{\frac{1}{3}}. \quad (4.17)$$

$$K_u = (1 + 2,5 \cdot Ar_x)^{\frac{1}{3}} = (1 + 2,5 \cdot 0,34)^{\frac{1}{3}} = 1,23.$$

Расстояние между воздухораспределителями  $l_o = 2,5 \text{ м}$ ,  $\frac{x}{l_o} = \frac{7,7}{2,5} = 3,1 < 5$ , поэтому

коэффициент взаимодействия  $K_{вз} = 1$ .

Коэффициент стеснения струи. Параметр  $f = \frac{F_o}{F_n} = \frac{0,034}{11,3} = 0,0030$ ;  $f > 0,0012$ ,

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		42

$$\bar{x}_o = 1,5f^{0,4} = 1,5 \cdot 0,003^{0,4} = 0,146;$$

$$\bar{x} = \frac{x}{m\sqrt{F_n}} = \frac{7,7}{8,4\sqrt{11,3}} = 0,27;$$

так как  $\bar{x} > \bar{x}_o$ , то коэффициент стеснения определяю по соотношению:

$$K_{cm} = 0,9 + 2,5 \cdot (\bar{x} - \bar{x}_o)^2 - 2,7 \cdot (\bar{x} - \bar{x}_o). \quad (4.18)$$

$$K_{cm} = 0,9 + 2,5 \cdot (0,270 - 0,146)^2 - 2,7 \cdot (0,270 - 0,146) = 0,63.$$

Максимальная скорость воздуха в струе на входе в рабочую зону,  $\frac{M}{c}$ :

$$V_x = V_o \cdot m \cdot \frac{\sqrt{F_o}}{x} \cdot K_{lv} \cdot K_{вз} \cdot K_{cm}. \quad (4.19)$$

$$V_x = 2,95 \cdot 8,4 \cdot \frac{\sqrt{0,034}}{7,7} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,63 = 0,36, \text{ что меньше допустимой скорости воздуха}$$

$$V_{x\text{дон}} = 0,42 \frac{M}{c}.$$

Избыточная температура воздуха:

$$\Delta t_x = \Delta t_o \cdot n \cdot \frac{\sqrt{F_o}}{x} \cdot K_{вз}. \quad (4.20)$$

$$\Delta t_x = \Delta t_o \cdot n \cdot \frac{\sqrt{F_o}}{x} \cdot K_{вз} = 3 \cdot 7,2 \cdot \frac{\sqrt{0,034}}{7,7} = 0,7, \text{ что не превышает допустимого отклонения}$$

$$\Delta t_{x\text{дон}} = 3^0 C.$$

Расчётная схема струи изображена на рис. 4.1.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		43

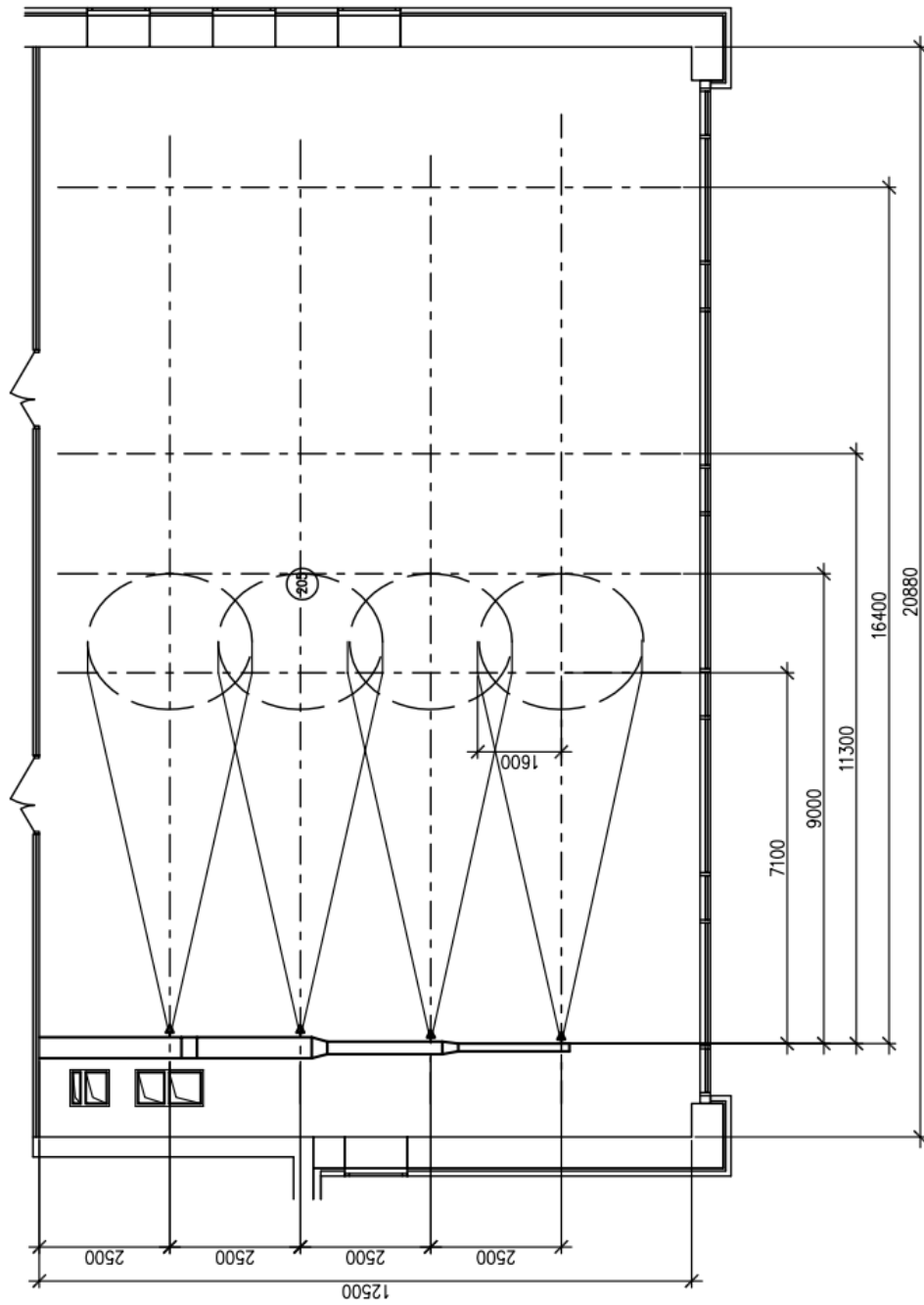


Рис. 4.1. Расчётная схема струи.

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

#### 4.4.2. Выбор типоразмера и количества воздухораспределителей остальных помещений

Подбор воздухораспределителей осуществляем в зависимости от расхода приточного воздуха в помещении с учётом допустимой скорости 3 м/с. Результат подбор представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.4

##### Подбор воздухораспределителей

№ помещения	Наименование помещения	Объём воздуха м <sup>3</sup> /ч	Суммарная площадь живого сечения ΣФж.с.	Тип воздухораспределителей	Количество воздухораспределителей	Площадь живого сечения Фж.с.	№ установок
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 этаж</b>							
102	Холл	1955	0,181	4АПР-П 375 х 375	4	0,045	П2
103	Обеденный зал на 40 п.мест	1600	0,148	4АПР-П 375 х 375	4	0,045	П1
111	Лифтовой холл	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П2
113	Офис	90	0,008	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2
114	Офис	120	0,011	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2
115	Комната переговоров	360	0,033	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П2
116	Комната переговоров	360	0,033	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П2
124	Помещение охраны	50	0,005	ДПУ-К 100	1	0,007	П1
126	Венткамера	90	0,008	ДПУ-К 125	1	0,011	П1
127	Офис	150	0,014	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П1
129	Холл	90	0,008	ДПУ-К 125	1	0,011	П1
131	Индивидуальный тепловой пункт	210	0,019	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2
139	Загрузочная	70	0,006	ДПУ-К 100	1	0,007	П1
141	Моечная столовой посуды	460	0,043	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П1
144	Овощной цех	60	0,006	ДПУ-К 100	1	0,007	П1
145	Загрузочная	240	0,022	ДПУ-К 200	1	0,029	П1
147	Мясо-рыбный цех	100	0,009	ДПУ-К 125	1	0,011	П1
148	Мучной цех	420	0,039	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П1
149	Горячий цех	2500	0,231	4АПР-П 525 х 525	2	0,132	П1
150	Моечная кухонной посуды	50	0,005	ДПУ-К 100	1	0,007	П1
151	Холодный цех	110	0,010	ДПУ-К 125	1	0,011	П1
152	Раздаточная	160	0,015	4АПР-П 300 х 300	2	0,019	П1
<b>2 этаж</b>							
201	Холл	310	0,029	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П2
203	Лифтовый холл	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П2

205	Офис	1440	0,133	АМР 250 х 150	4	0,034	П2	
206	Комната переговоров	600	0,056	4АПР-П 375 х 375	2	0,045	П2	
207	Комната переговоров	320	0,030	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П2	
208	Офис	330	0,031	4АПР-П 300 х 300	2	0,019	П2	
209	Архив	30	0,003	ДПУ-К 100	1	0,007	П2	
210	Архив	60	0,006	ДПУ-К 100	1	0,007	П2	
212	Комната отдыха	180	0,017	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
220	Офис	230	0,021	4АПР-П 300 х 300	2	0,019	П2	
221	Офис	170	0,016	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
222	Офис	130	0,012	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
225	Офис	220	0,020	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
226	Офис	310	0,029	4АПР-П 300 х 300	2	0,019	П2	
227	Офис	310	0,029	4АПР-П 300 х 300	2	0,019	П2	
228	Офис	160	0,015	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
229	Банкетный зал	330	0,031	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П2	
231	Комната отдыха	120	0,011	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П2	
<b>3 этаж</b>								
301	Холл	400	0,037	4АПР-П 300 х 300	4	0,019	П3	
303	Лифтовый холл	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П3	
305	Офис	110	0,010	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
306	Кабинет	190	0,018	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
307	Кабинет	200	0,019	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
309	Приемная	170	0,016	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
310	Комната переговоров	520	0,048	4АПР-П 375 х 375	2	0,045	П3	
311	Кабинет директора	270	0,025	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П3	
316	Комната отдыха	300	0,028	4АПР-П 375 х 375	1	0,045	П3	
318	Кухня	30	0,003	ДПУ-К 100	1	0,007	П3	
319	Коридор	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П3	
320	Серверная	150	0,014	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
321	Архив	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П3	
322	Офис	160	0,015	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
323	Офис	140	0,013	4АПР-П 300 х 300	1	0,019	П3	
330	Коридор	40	0,004	ДПУ-К 100	1	0,007	П3	
<b>4 этаж</b>								
402	Машинное отделение лифта	220	0,020	ДПУ-К 200	1	0,029	П3	

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

46

### 4.4.3. Аэродинамический расчёт

Задача аэродинамического расчета – определение потерь давления в вентиляционной сети и размеров поперечных сечений воздуховодов. Расчет включает два этапа: определение потерь давления воздуха в магистральной ветви и увязка потерь давления в ответвлениях.

Аксонметрическая схема приточной системы вентиляции с искусственным побуждением движения воздуха с выделенными унифицированными деталями воздуховодов приведена на рис. 4.2. Эта схема разбита на отдельные расчетные участки, каждый из которых характеризуется постоянным расходом воздуха.

Аэродинамический расчет проводится в следующем порядке: Определяются требуемые площади поперечных сечений участков магистральной ветви:  $m^2$ :

$$f = \frac{L}{3600 \cdot v_p}, \quad (4.21)$$

где  $L$  – расчетный расход воздуха на участке,  $m^3/ч$ ;  
 $v_p$  – рекомендуемая скорость воздуха,  $м/с$ .

По требуемым площадям сечений подбираются стандартные размеры сечений воздуховодов.

Определяются фактические скорости воздуха на участках магистральной ветви и динамические давления ( $Pa$ ), соответствующие этим скоростям:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b}, \quad (4.22)$$

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2}. \quad (4.23)$$

По справочным таблицам находят удельные потери давления на трение  $R$ ,  $Pa/м$ , на участках магистральной ветви. Для прямоугольных воздуховодов  $R = f(v, d_э)$ , а для круглых:

$$R = f(L, d). \quad (4.24)$$

После этого рассчитывают потери давления на трение,  $Pa$ :

$$\Delta P_{TP} = R \cdot l \cdot n, \quad (4.25)$$

где  $n = f(K_э, v)$  – поправочный коэффициент на шероховатость каналов (для стальных воздуховодов  $n = 1$ ).

Для всех унифицированных деталей, воздухораспределителей и решеток на участках определяются коэффициенты местных сопротивлений  $\zeta$  и находятся потери давления на местные сопротивления на участках,  $Pa$ :

$$z = P_d \cdot \sum_{i=1}^m \zeta_i. \quad (4.26)$$

Затем выполняется увязка ответвлений. Аналогично рассчитываются потери давления на участках ответвления от периферийного до точки подсоединения к магистральной ветви. Сумма потерь давления на этих участках не должна отличаться более чем на 10% от суммы потерь давления на участках магистральной ветви от точки подсоединения ответвления до периферийного. При необходимости увеличить потери давления в ответвлении на нем устанавливается диафрагма соответствующего проходного сечения. Требуемый коэффициент сопротивления диафрагмы определяется по зависимости:

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		47

$$\zeta = \frac{\Delta P_M - \Delta P_0}{P_d}, \quad (4.27)$$

где  $\Delta P_M$  - суммарные потери давления воздуха на соответствующих участках магистральной ветви, Па;

$\Delta P_0$  - суммарные потери давления воздуха на участках ответвления, Па;

$P_d$  - динамическое давление воздуха на участке установки диафрагмы, Па.

Аэродинамический расчёт производим в программе «Аэродинамический расчёт 2004», созданной на базе MS Excel. Результаты аэродинамического расчета представлены в табл. 4.5.

											Лист
											48
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ						



Таблица 4.5

## Аэродинамический расчет системы вентиляции ПП

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	a, мм	b, мм	d <sub>в</sub> , мм	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	R, Па/м	β <sub>шт</sub>	R·β <sub>шт</sub> ·l	Сум ζ	R <sub>н</sub> , Па	Z, Па	P, Па	ΣP, Па	Характеристика местных сопротивлений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	560	3,2		200	200	200	0,040	3,889	1,04	1	3,3	2,6	9,1	23,6	27	27	Первое боковое отверстие на прилоке z=2,2; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16; Внезапное изменение сечения z=0,25;
2	1100	2		400	200	267	0,080	3,819	0,70	1	1,4	0,5	8,8	4,4	6	33	Внезапное изменение сечения z=0,15; Узлы ответвления на нагнетании z=0,35;
3	1660	5,8		400	300	343	0,120	3,843	0,52	1	3,0	0,68	8,9	6,0	9	42	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Внезапное изменение сечения z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,30;
4	2210	3,2		500	300	375	0,150	4,093	0,52	1	1,7	0,3	10,0	3,0	5	46	Внезапное изменение сечения z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,20;
5	2760	3,2		600	300	400	0,180	4,259	0,52	1	1,6	0,3	10,9	3,3	5	51	Внезапное изменение сечения z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,20;
6	3260	9,4		600	400	480	0,240	3,773	0,33	1	3,1	0,58	8,5	5,0	8	59	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,33; Узлы ответвления на нагнетании z=0,25;
7	3550	3,3		600	400	480	0,240	4,109	0,38	1	1,3	1,24	10,1	12,6	14	73	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,33; Внезапное изменение сечения z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,15;
8	4010	2,9		800	400	533	0,320	3,481	0,25	1	0,7	0,25	7,3	1,8	3	76	Узлы ответвления на нагнетании z=0,25;
9	4080	1,4		800	400	533	0,320	3,542	0,26	1	0,4	0,2	7,5	1,5	2	78	Узлы ответвления на нагнетании z=0,20;
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

10	6060	2,2		800	500	615	0,400	4,208	0,29	1	0,6	0,63	10,6	6,7	7	85	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,38$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,25$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,20$ ;
11	6150	1,4		800	500	615	0,400	4,271	0,30	1	0,4	0,2	10,9	2,2	3	88	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,20$ ;
Расчёт ответвления																	
12	500	2,8		200	200	200	0,040	3,472	0,85	1	2,4	2,56	7,2	18,5	21	21	Первое боковое отверстие на притоке $z=2,2$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,21$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,15$ ;
13	1000	2,7		400	200	267	0,080	3,472	0,59	1	1,6	0,4	7,2	2,9	4	25	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,40$ ;
14	1470	1,6		400	300	343	0,120	3,403	0,42	1	0,7	0,25	6,9	1,7	2	28	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,25$ ;
15	1580	1,3		400	300	343	0,120	3,657	0,47	1	0,6	0,25	8,0	2,0	3	30	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,25$ ;
16	1680	2,2		400	300	343	0,120	3,889	0,53	1	1,2	0,2	9,1	1,8	3	33	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,20$ ;
17	1740	2,3		400	300	343	0,120	4,028	0,56	1	1,3	0,35	9,7	3,4	5	38	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,20$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,15$ ;
18	1980	1,5		500	300	375	0,150	3,667	0,43	1	0,6	0,2	8,1	1,6	2	40	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,20$ ;
Расчёт ответвления																	
19	50	7,2		150	100	120	0,015	0,926	0,15	1	1,1	2,64	0,5	1,4	2	2	Первое боковое отверстие на притоке $z=2,2$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) $z=0,08$ ;
20	200	3,4		150	100	120	0,015	3,704	1,80	1	6,1	0,3	8,2	2,5	9	11	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,3$ ;
21	290	3,1		150	150	150	0,023	3,580	1,28	1	4,0	0,4	7,7	3,1	7	18	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,25$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,15$ ;
Расчёт ответвления																	
22	550	1,5		200	200	200	0,040	3,819	1,00	1	1,5	2,2	8,8	19,3	21	21	Первое боковое отверстие на притоке $z=2,2$ ;
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

ИЗ	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
----	------	----------	--------	------

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

50

Расчёт ответвления																
23	460	5,4	200	150	171	0,030	4,259	1,49	1	8,0	2,2	10,9	23,9	32	32	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
24	150	3,3	150	100	120	0,015	2,778	1,07	1	3,5	2,2	4,6	10,2	14	14	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
25	70	0,9	150	100	120	0,015	1,296	0,27	1	0,2	2,2	1,0	2,2	2	2	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
26	90	0,8	150	100	120	0,015	1,667	0,43	1	0,3	2,2	1,7	3,7	4	4	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
27	60	1,8	150	100	120	0,015	1,111	0,21	1	0,4	2,2	0,7	1,6	2	2	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
28	110	1,7	150	100	120	0,015	2,037	0,61	1	1,0	2,2	2,5	5,5	7	7	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
29	100	1,2	150	100	120	0,015	1,852	0,52	1	0,6	2,2	2,1	4,5	5	5	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;
Расчёт ответвления																
30	420	2,7	200	150	171	0,030	3,889	1,26	1	3,4	2,34	9,1	21,2	25	25	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,14;
31	470	1,1	200	150	171	0,030	4,352	1,54	1	1,7	0,15	11,4	1,7	3	28	Узлы ответвления на нагнетании z=0,15;
Расчёт ответвления																
32	50	0,7	150	100	120	0,015	0,926	0,15	1	0,1	2,2	0,5	1,1	1	1	Первое боковое отверстие на притоке z=2,2;

ИЗ	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
----	------	----------	--------	------

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

51

#### 4.5. Вытяжная система вентиляции

Аксометрическая схема вытяжной системы вентиляции с искусственным побуждением движения воздуха с выделенными унифицированными деталями воздуховодов приведена на рис. 4.3. Аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции приведен в табл. 4.6.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		52

Таблица 4.6

## Аэродинамический расчет системы вентиляции В8

№ участка	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	$d, \text{ мм}$	$a, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$	$d_x, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	$v, \text{ м/с}$	$R, \text{ Па/м}$	$\beta_{\text{м}}$	$R \cdot \beta_{\text{м}} \cdot l$	Сум $\zeta$	$R_a, \text{ Па}$	$Z, \text{ Па}$	$P, \text{ Па}$	$\Sigma P, \text{ Па}$	Характеристика местных сопротивлений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Расчёт магистральной ветви																	
1	270	5,7		150	150	150	0,023	3,333	1,12	1	6,4	1,82	6,7	12,1	19	19	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) $z=0,16$ ;
2	590	1,1		200	200	200	0,040	4,097	1,14	1	1,3	1,32	10,1	13,3	15	33	Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=1,20$ ;
3	600	7,8		200	200	200	0,040	4,167	1,18	1	9,2	0,66	10,4	6,9	16	49	Отвод прямоугольного сечения под 45 (2 шт) $z=0,18$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,3$ ;
4	750	2,7		250	200	222	0,050	4,167	1,03	1	2,8	0,47	10,4	4,9	8	57	Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,35$ ;
5	790	3,7		250	200	222	0,050	4,389	1,13	1	4,2	0,15	11,6	1,7	6	63	Узлы ответвления на всасывании $z=0,15$ ;
6	950	5,9		300	200	240	0,060	4,398	1,03	1	6,1	0,61	11,6	7,1	13	76	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,24$ ; Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,25$ ;
7	1090	7,9		400	200	267	0,080	3,785	0,69	1	5,4	0,79	8,6	6,8	12	88	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,22$ ; Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,45$ ;
8	1200	1,8		400	200	267	0,080	4,167	0,82	1	1,5	0,15	10,4	1,6	3	91	Узлы ответвления на всасывании $z=0,15$ ;
9	2495	1,5		600	300	400	0,180	3,850	0,43	1	0,6	1,25	8,9	11,1	12	103	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,25$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=1,00$ ;
10	2495	2,5	400			400	0,126	5,515	0,83	1	2,1	0,12	18,3	2,2	4	107	Диффузор $z=0,12$ ;
Расчёт ответвления																	
11	260	2,2		150	150	150	0,023	3,210	1,05	1	2,3	1,66	6,2	10,3	13	13	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) $z=0,16$ ;

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	520	3,1		200	200	200	0,040	3,611	0,91	1	2,8	0,86	7,8	6,7	10	22	Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,75$ ;
13	720	6,2		250	200	222	0,050	4,000	0,96	1	5,9	0,5	9,6	4,8	11	33	Узлы ответвления на всасывании $z=0,50$ ;
14	1100	1,7		400	200	267	0,080	3,819	0,70	1	1,2	0,8	8,8	7,0	8	41	Узлы ответвления на всасывании $z=0,80$ ;
15	1270	4,5		400	200	267	0,080	4,410	0,91	1	4,1	0,3	11,7	3,5	8	49	Узлы ответвления на всасывании $z=0,30$ ;
16	1295	1,1		400	200	267	0,080	4,497	0,94	1	1,0	0,3	12,1	3,6	5	53	Узлы ответвления на всасывании $z=0,3$ ;
Расчёт ответвления																	
17	190	6,4		150	100	120	0,015	3,519	1,64	1	10,5	1,58	7,4	11,7	22	22	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
18	380	3,7		200	150	171	0,030	3,519	1,05	1	3,9	0,77	7,4	5,7	10	32	Диффузор $z=0,12$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,65$ ;
Расчёт ответвления																	
19	300	2,2		150	150	150	0,023	3,704	1,36	1	3,0	1,58	8,2	13,0	16	16	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
20	320	1,6		150	150	150	0,023	3,951	1,53	1	2,4	1,8	9,4	16,9	19	35	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,3$ ;
Расчёт ответвления																	
21	150	1,2		150	100	120	0,015	2,778	1,07	1	1,3	1,58	4,6	7,3	9	9	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
22	40	1,2		150	100	120	0,015	0,741	0,10	1	0,1	1,58	0,3	0,5	1	1	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
23	160	1,1		150	100	120	0,015	2,963	1,20	1	1,3	1,58	5,3	8,3	10	10	Первое боковое отверстие на всасе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
----	------	----------	--------	------

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Расчёт ответвления																	
24	140	2,5		150	100	120	0,015	2,593	0,94	1	2,4	1,58	4,0	6,4	9	9	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
25	110	2,4		150	100	120	0,015	2,037	0,61	1	1,5	1,58	2,5	3,9	5	5	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
26	25	1,6		150	100	120	0,015	0,463	0,04	1	0,1	1,58	0,1	0,2	0	0	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
27	170	5,1		150	100	120	0,015	3,148	1,34	1	6,8	1,58	5,9	9,4	16	16	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
28	190	1		150	100	120	0,015	3,519	1,64	1	1,6	1,58	7,4	11,7	13	13	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;
Расчёт ответвления																	
29	200	2,7		150	100	120	0,015	3,704	1,80	1	4,9	1,58	8,2	13,0	18	18	Первое боковое отверстие на входе $z=1,5$ ; Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) $z=0,08$ ;

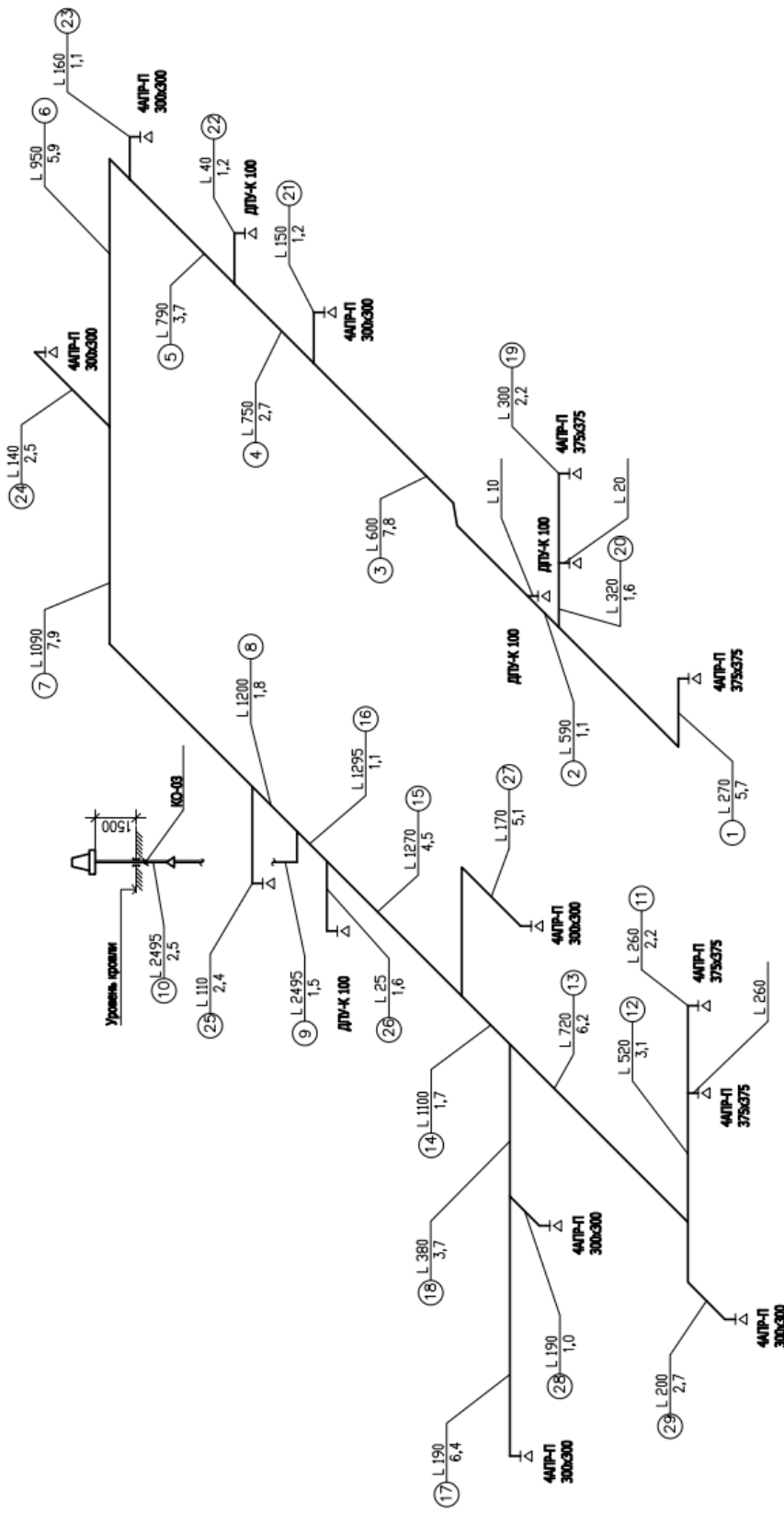
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
----	------	----------	--------	------

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

55

B8



Условные обозначения:

1..29 – номера участков;

L 270 – расход воздуха на участке, м³/ч;

5,7 – длина участка, м.

Рис. 4.3. Схема для аэродинамического расчета системы B8.

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

56



#### 4.7. Подбор вентиляционного оборудования

Подбор приточных установок систем П1, П3 марки Danvent производства фирмы Systemair (Швеция) производим в программном обеспечении «SystemAirCAD C2009.3».

Исходные данные:

- 1) Температура теплоносителя: 90/70°C;
- 2) Температура воздуха после теплообменника: +18°C;
- 3) Температура наружного воздуха в зимний период: -35°C;
- 4) Расход приточного воздуха  $L, \frac{M^3}{ч}$ , взятый с запасом 10%;
- 5) Потери давления  $P, Па$ .

Аналогично подбирается приточно-вытяжная установка П2/В2.

Результаты подбора приточных установок приведены в приложении 3.

Подбор вытяжных вентиляторов систем В1, В5..В8 производства фирмы Ostberg (Швеция) производим по [12].

Исходные данные:

- 1) Расход вытяжного воздуха  $L, \frac{M^3}{ч}$ , взятый с запасом 10%;
- 2) Потери давления  $P, Па$ .

Результаты подбора вентиляторов:

- 1) Система В1 – канальный вентилятор IRE 50x30 F;
- 2) Система В5 – канальный вентилятор IRE 50x25 С;
- 3) Система В6.1 – канальный вентилятор СК 160 В;
- 4) Система В6.2 – канальный вентилятор СК 125 С;
- 5) Система В7.1 – канальный вентилятор СК 125 С;
- 6) Система В7.2 – канальный вентилятор СК 125 С;
- 7) Система В7.3 – канальный вентилятор СК 125 С;
- 8) Система В8 – крышный вентилятор ТКК 760 В1.

Подбор вытяжных кухонных вентиляторов систем В3, В4 производства фирмы Systemair (Швеция) производим по [13].

Исходные данные:

- 1) Расход вытяжного воздуха  $L, \frac{M^3}{ч}$ , взятый с запасом 10%;
- 2) Потери давления  $P, Па$ .

Результаты подбора вентиляторов:

- 1) Система В3 – кухонный вентилятор KBR 355 DZ;
- 2) Система В4 – кухонный вентилятор KBR 315 DZ.

Подробные характеристики вытяжных вентиляторов представлены на листе «Общие данные» л.1.

										Лист
										57
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

## 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

### 5.1. Характеристика объекта регулирования

В данном разделе необходимо выполнить автоматизацию приточной установки П1 со встроенной секцией охлаждения.

По ходу движения приточного воздуха в приточной установке П1 располагаются элементы:

1. Воздушный клапан;
2. Фильтр карманный;
3. Воздухонагреватель жидкостный;
4. Вентилятор;
5. Шумоглушитель.

### 5.2. Техническое задание

Автоматизация объекта подразумевает выполнение нескольких условий:

- автоматическое регулирование технологических параметров;
- блокировка и защита оборудования;
- контроль параметров;
- аварийная и технологическая сигнализация.

Автоматически регулируются и поддерживаются на заданном уровне температуры приточного воздуха в зимний период.

Контроль параметров предусмотрен для:

- температур приточного воздуха в зимний период;
- температуры воздуха за калорифером;
- температуры обратной воды;
- работы вентилятора;
- загрязнения воздушного фильтра.

Контроль параметров осуществляется следующими приборами:

- канальный датчик температуры (TE8-1);
- датчик температуры наружного воздуха (TE 1-1);
- датчик температуры обратной воды (TS 5-1);
- дифференциальный манометр для контроля загрязнения фильтра (PDS 3-1) и Вентилятора (PDS 7-1).

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		58

Защита оборудования выполняется от замораживания калорифера и двигателя вентилятора от перегрузки и короткого замыкания. Сигнализация предусматривается в блоке управления и автоматизации системы. Она делится на аварийную и технологическую. Технологическая сигнализация предназначена для отображения состояния объекта и позволяет следить за параметрами регулирования. Аварийная сигнализация необходима в случаях, которые могут привести к поломке оборудования. Поэтому аварийная сигнализация снабжена световым индикатором.

Сигналы, которые вырабатывает контроллер:

- при запуске системы загорается индикатор «Пуск»;
- если за определенный промежуток времени вентилятор не набирает необходимый перепад давления, то загорается индикатор «Авария», а если же вентилятор набрал необходимый перепад давления, то загорается индикатор «Вентилятор»;
- при работе насоса горит индикатор «Насос»;
- при угрозе замораживания калорифера загорается индикатор «Угроза замораживания»;
- при загрязнении фильтра загорается индикатор «Фильтр».

### 5.3. Параметры регулирования объекта и их контроль

Автоматика системы П1 должна обеспечить выполнение следующих задач:

1. Поддержание необходимой температуры приточного воздуха за счет изменения расхода теплоносителя
2. Автоматическое включение/выключение насоса в контуре нагрева по температуре наружного воздуха в режиме зима-лето
3. Контроль работы фильтра

Для регулирования системы контроль должен проводиться над следующими параметрами:

1. Температура приточного воздуха (ТЕ 1-1, ТЕ 8-1);
2. Температура обратного теплоносителя по термостату (TS 5-1);
3. Температура воздуха после теплообменника по термостату (TS 4-1);
4. Измерение перепада давления до и после фильтра (PDS 3-1);
5. Измерение перепада давления дои после вентилятора (PDS 7-1);

Так же производится учет теплоносителя и потребления электроэнергии. Контроль осуществляется с помощью датчиков и измерительных преобразователей с выводом (при необходимости) измерительных параметров на индикатор или экран управляющего прибора.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
						59
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

#### 5.4. Защитные функции и блокировки при авариях

Защита в приточной установке осуществляется от следующих ситуаций:

##### Замораживание калорифера

Защита от замораживания калорифера осуществляется противозамерзающим термостатом – TS по воздуху и воде. Защита производится путем контроля минимальной допустимой температуры воздуха за нагревателем и температурой обратного теплоносителя. При достижении установленной минимальной температуры воздуха сигнал на контроллер вызывает закрытие воздушного клапана на входе в агрегат, остановку вентиляторов и максимальное открытие водяного клапана, а так же включение циркуляционного насоса.

##### Защита двигателя от перегрузки и короткого замыкания

Защита от коротких замыканий и перегрузок в электрических цепях реализована стандартным образом с помощью автоматических выключателей и тепловых реле магнитных пускателей. Для обеспечения электропожарной безопасности предусмотрена защита от перегрузки, перегрева и блокировка при остановке электродвигателя вентилятора.

##### Засорение фильтра

Защита фильтра осуществляется контролем перепада давления (PDS 3-1). Если перепад давления на фильтре слишком велик, то на щите загорается индикатор «Засорение фильтра». Допустимое значение указывается в паспорте фильтра и устанавливается при наладке на дифференциальном датчике. Отключение системы при этом не предусмотрено.

##### Авария вентилятора

Защита вентилятора осуществляется контролем перепада давления (PDS 7-1). Если перепад давления на вентиляторе после запуска системы не появляется или в ходе эксплуатации пропадает, то система останавливается. При этом загорается индикатор «Авария» , а индикатор «Вентилятор» гаснет.

##### Датчик температуры приточного воздуха

Датчик предназначен для определения температуры воздуха в воздуховоде. Передает электрический сигнал на контроллер, который в свою очередь управляет регулирующим клапаном на теплоносителе калорифера. При уменьшении измеренной температуры клапан открывается, при увеличении – закрывается, изменяя тем самым температуру теплоносителя через калорифер и следовательно нагрев воздуха в системе. Насос обеспечивает циркуляцию в системе.

В конечном результате проектирования системы автоматизации мы получили приточную установку, осуществляющую эффективную и гибкую подготовку наружного воздуха перед

									Лист
									60
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ				

подачей в помещения, отвечающую всем требованиям. Установка оборудована системами контроля и защиты уязвимых компонентов, такими как защита калорифера от замораживания, защита системы при выключении электроэнергии. Контроль за запыленностью фильтра, оборудованный световым сигналом, который позволяет осуществлять своевременную замену. Также осуществляется контроль за работой вентилятора. Электроприводы воздушного клапана, насоса, и вентилятора комплектуются приборами, с помощью которых оператор имеет возможность переключиться в ручной режим при срабатывании сигнализации.

Работа системы предусматривает два режима обработки воздуха:

- 1) летний режим, когда воздух не нагревается в системе;
- 2) зимний режим, когда воздух нагревается водяным калорифером, режим выбирается переключателем «ЗИМА-ЛЕТО» на лицевой панели щита.

Датчик температуры приточного воздуха предназначен для определения температуры воздуха в воздуховоде. Он передает электрический сигнал о температуре на контроллер в щите управления, который в свою очередь управляет регулирующим клапаном на теплоносителе калорифера У2. При уменьшении измеренной температуры клапан открывается, при увеличении закрывается, изменяя расход теплоносителя через калорифер и изменяя тем самым нагрев воздуха в системе.

Сигнал «Угроза заморзания калорифера» формируется при срабатывании одного из двух или при срабатывании обоих термостатов (термостат контроля температуры обратного теплоносителя, термостат контроля температуры воздуха за калорифером) в зимнем режиме. В летнем режиме – только при срабатывании воздушного термостата. При этом загорается лампочка «Угроза заморзания».

По сигналу угрозы заморзания происходит следующее:

- 1) выключается электродвигатель вентилятора, если он был включен
- 2) закрывается воздушная заслонка приточного воздуха
- 3) открывается на 100% регулирующийся клапан на теплоносителе.

В летнем режиме работа системы происходит аналогичным образом за исключением следующих особенностей:

- 1) отключен термостат угрозы замораживания по воде, чтобы исключить его ложные срабатывания
- 2) отключен предварительный прогрев калорифера при старте системы.

Схема обвязки калорифера представлена на рис.5.1.

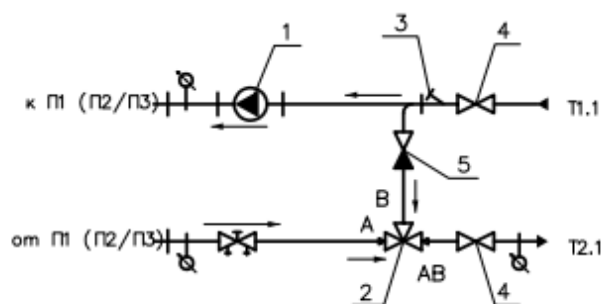
					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
						61
ИЗ	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		

Таким образом, применение системы автоматизации приточных установок необходимо для:

- подготовки приточного воздуха в рамках проектных значений( температура, расход);
- защита оборудования от преждевременного выхода из строя( замораживание калорифера, выгорание обмоток двигателя);
- контроль за корректной работой и своевременным техническим обслуживанием;
- экономия затрат на теплоноситель и электроэнергию.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		62

## Узел обвязки калориферов приточных установок П1–П3



- 1 – циркуляционный насос Grundfos работает постоянно  
UPS 32–120 F (UPS 32–120 F /UPS 32–55 180)
- 2 – трехходовой клапан VXG 44.25–10 (VXG 44.32–16/VXG 44.25–10)
- 3 – отстойный и очищающий фильтр ФМФ–50 (65/40)
- 4 – запорные шаровые вентили 30ч6бр  $\varnothing 50$  ( $\varnothing 65/\varnothing 40$ )
- 5 – обратный клапан 19ч21бр  $\varnothing 50$  ( $\varnothing 65/\varnothing 40$ )

Рис. 5.1. Узел обвязки калориферов.

Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата

13.03.01.2020 562 ПЗ

Лист

63

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1. Выбор варианта

В дипломном проекте предлагается сравнить два варианта подачи воздуха системой вентиляции:

1 вариант – использование воздуховодов прямоугольного сечения приточной системы П1, 2 вариант – использование воздуховодов круглого сечения приточной установки П1.

В процессе сравнения вариантов используются основные и дополнительные, обобщающие и частные, расчетные и оценочные показатели:

- 1) капитальные вложения по вариантам  $K_1$  и  $K_2$ ;
- 2) себестоимость годового выпуска изделий (эксплуатационные расходы на годовой объем работ)  $C_1$  и  $C_2$ ;
- 3) приведенные затраты по вариантам  $Z_1 = C_1 + E_n \cdot K_1 = \min$ , где  $E_n$  – нормативное значение коэффициента эффективности;
- 4) условно-годовая экономия:  $\Delta_{\text{усл}} = C_1 - C_2$ ;
- 5) срок окупаемости дополнительных капитальных вложений  $T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}$ ;
- 6) коэффициент дополнительных капитальных вложений  $E_p = \frac{C_1 - C_2}{K_1 - K_2}$ ;
- 7) годовой экономический эффект:  $\Delta_{\text{ф}} = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2)$ .

#### 6.1.1. Расчёт капитальных затрат

При расчете капитальных затрат накладные расходы приняты в размере 128% от оплаты труда строителей и механизаторов, сметная прибыль принята в размере 83% от оплаты труда строителей и механизаторов. Расчет капитальных затрат на приобретение материалов и монтаж воздуховодов приведен в прил. 1 и 2.

#### 6.1.2. Расчёт годовых эксплуатационных затрат

После расчета капитальных затрат определяются эксплуатационные расходы на годовой объем работ  $C_1$  и  $C_2$  по каждому из вариантов:

$$C = T + \Delta + A + P + Z + E + Y, \quad (6.1)$$

где  $T$  – затраты на тепло;

$\Delta$  – затраты на электроэнергию;

$A$  – амортизационные отчисления;

$P$  – годовые эксплуатационные расходы на текущий ремонт;

$Z$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$E$  – единый социальный налог;

$Y$  – расходы на управление, технику безопасности и охрану труда.

Амортизационные отчисления для систем механической вентиляции приняты в размере 7% от стоимости систем.

1 вариант:  $A = 0,07 \cdot 387,100 = 27097$  руб.

2 вариант:  $A = 0,07 \cdot 267,285 = 18710$  руб.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		64



Затраты на текущий ремонт приняты в размере 6% от стоимости систем.

1 вариант:  $P = 0,06 \cdot 387,100 = 23226$  руб.

2 вариант:  $P = 0,06 \cdot 267,285 = 16037$  руб.

При расчете затрат на оплату труда обслуживающего персонала принимаем количество обслуживающего персонала на 1 установку 0,04 чел, среднемесячную заработную плату рабочего принимаем 5660 руб, тогда годовая зарплата составит

1 вариант:  $Z = 5660 \cdot 12 \cdot 0,04 = 2716,8$  руб.

2 вариант:  $Z = 5660 \cdot 12 \cdot 0,04 = 2716,8$  руб.

Единый социальный налог принят в размере 37% от зарплаты обслуживающего персонала.

1 вариант:  $E = 2716,8 \cdot 0,37 = 1005,2$  руб.

2 вариант:  $E = 2716,8 \cdot 0,37 = 1005,2$  руб.

Расходы на управление, технику безопасности и охрану труда  $У$  принимаются в размере 20% от суммы затрат по оплате труда обслуживающего персонала, амортизационных отчислений и текущего ремонта:

1 вариант:  $У = 0,2 \cdot (2716,8 + 85663 + 27097) = 23095$  руб,

2 вариант:  $У = 0,2 \cdot (2716,8 + 75425 + 18710) = 19913,72$  руб.

### 6.1.3. Расчёт приведённых затрат

После расчета годовых эксплуатационных затрат определяют приведенные затраты по вариантам по формуле:

$$Z_i = C_i + E_n K_i, \quad (6.2)$$

где  $C_i$  – годовые эксплуатационные затраты по варианту;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, принимаемый 0,12

$K_i$  – капитальные затраты по варианту.

Далее определяем годовой экономический эффект:

$$\Delta_{\phi} = (C_2 + E_n K_2) - (C_1 + E_n K_1). \quad (6.3)$$

Условно-годовая экономия:

$$\Delta_{\text{усл}} = C_2 - C_1. \quad (6.4)$$

Результаты технико-экономической оценки проектных решений приведены в табл.6.1.

Таблица 6.1

#### Экономическое сравнение вариантов

№ п.п.	Показатели	Ед. изм.	Варианты	
			1	2
1	Капитальные вложения, всего	руб.	387100	267285
	в т.ч.:			
	работа	руб.	44516	36885
	оборудование	руб.	342584	230400
2	Годовые эксплуатационные расходы, всего	руб.	77140	62105
	в т.ч.:			
	амортизация	руб.	27097	18710
	текущий ремонт	руб.	23226	16037
	заработная плата	руб.	2717	2717
	социальные отчисления	руб.	1005	1005
	техника безопасности	руб.	23095	19914
	Приведенные затраты	руб.	123592	68959
3				

			44 %	
4	Годовой экономический эффект	руб.		54633
5	Условно-годовая экономия	руб.		15035

## 6.2. Формирование финансовых результатов

### 6.2.1. Определение сметной стоимости проектируемой системы вентиляции

Сметная стоимость является прогнозом затрат строительной организации на осуществление комплекса строительно-монтажных работ, необходимых подрядной строительной организации для заключения подрядного (субподрядного) договора на ведение строительства, оценки уровня прибыли и контроля за расходованием ресурсов в ходе строительства.

Сметные расчеты выполняются в масштабе цен 2001 года с последующим использованием показателей изменения стоимости строительства, разрабатываемых региональными центрами по ценообразованию в строительстве. Пересчет цен ведется на 1.04.2009г.

При расчете сметной стоимости использовались данные (ТЕРы).

Расчет сметной стоимости строительства системы вентиляции школы приведены в прил. 1, 2.

### 6.2.2. Определение договорной цены на строительную продукцию

Договорная цена на строительную продукцию включает:

- 1) Сметную стоимость строительно-монтажных работ;
- 2) Прочие затраты, относящиеся к деятельности подрядчика;
- 3) Стоимость других работ, принимаемых на себя подрядчиком согласно договору;
- 4) Резерв средств на непредвиденные работы и затраты в размерах, установленных по договоренности между сторонами;
- 5) Другие затраты, связанные с формированием рыночных отношений и не учтенные государственными нормами и ценами, имеющими рекомендательный характер.

На основании согласования договорной цены между заказчиком и подрядчиком оформляется протокол согласования договорной цены на строительную продукцию, который является неотъемлемой частью договора подряда.

									Лист
									66
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ				

Таблица 6.2.2

Протокол согласования свободной (договорной) цены на устройство воздуховодов.

п/п	Норма сметных расчетов	Наименование объектов, работ, затрат	Стоимость, включая в свободную (договорную) цену				Свободная (договорная цена) цена на строительную продукцию
			Подрядных работ, в т.ч.			Других затрат и работ по договору	
			Строительных работ	Монтажных работ	Прочих работ		
1		Сметная стоимость СМР	67031	22429			89460
2		Пересчет цен на 1.04.05 (x2,532)	169722	56790			226513
3		Резерв средств на непредвиденные работы и затраты (1,5%)					3397
		ИТОГО					229911
4		НДС 18%					40772
		ВСЕГО					267285

### 6.2.3. Формирование финансовых результатов деятельности строительной организации

Конечный финансовый результат деятельности строительной организации представляет собой сумму прибыли от сдачи заказчику объектов, работ, услуг, предусмотренных договорами, реализацией на сторону основных средств или иного имущества строительной организации, продукции и услуг, подсобных и вспомогательных производств, находящихся на балансе строительной организации, а также доходов от внереализационных операций, уменьшенных на сумму расходов по этим операциям:

$$P_{бал} = P_{сд} + P_{мц} + P_{всп} \pm B. \quad (6.5)$$

где  $P_{бал}$  – балансовая прибыль строительной организации, руб;

$P_{сд}$  – прибыль от сдачи заказчику выполненных работ, руб;

$P_{мц}$  – реализации на сторону основных средств или иного имущества, руб;

$P_{всп}$  – прибыль от реализации продукции и услуг подсобных и вспомогательных производств, находящихся на балансе строительной организации, руб;

$B$  - внереализационные доходы и расходы, руб.

Прибыль от сдачи выполненных работ определяется как разность между выручкой от их реализации (договорной ценой) без НДС и затратами на их производство и сдачу:

$$P_{сд} = D_{ц} - \text{НДС} - C. \quad (6.6)$$

Прибыль от реализации на сторону продукции и услуг подсобных и вспомогательных производств определяется как разница между стоимостью этих услуг по продажным ценам без НДС и ее себестоимостью.

При определении прибыли от реализации основных средств или иного имущества строительной организации учитывается как разница между продажной ценой без НДС и

										Лист
										67
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

первоначальной или остаточной стоимостью этих средств и имущества, увеличенная на индекс инфляции в установленном порядке.

В состав внереализационных доходов включаются: штрафы, пени, неустойки, доходы от сдачи имущества в аренду, доходы по облигациям и т.д.

Налогооблагаемая прибыль рассчитывается на основе балансовой прибыли для целей определения платежей в бюджет. Льгот по налогам не предусматривается, поэтому налогооблагаемая прибыль равна балансовой прибыли.

Чистая прибыль представляет собой прибыль предприятия, которая остается в его распоряжении после уплаты налогов.

Расчет финансовых результатов деятельности строительной организации представлен в табл.6.2.3

Таблица 6.2.3

#### Финансовые результаты

№ п.п.	Наименование показателя	Сумма, руб
1	Выручка от реализации продукции	267285
2	НДС	40772
3	Сметная себестоимость строительно-монтажных работ (ПЗ+НР)·И	214843
4	Экономия от снижения себестоимости строительно-монтажных работ	0
5	Плановая себестоимость строительно-монтажных работ	214843
6	Балансовая прибыль организации	11670
7	Льготы по налогу на прибыль	-
8	Налогооблагаемая прибыль	11670
9	Ставка налога на прибыль всего	20%
	в т.ч. в федеральный бюджет	2%
	в бюджеты субъектов РФ	18%
	в местный бюджет	
10	Платежи в бюджет, всего	2801
	в т.ч. в федеральный бюджет	583,5
	в бюджеты субъектов РФ	1984
	в местный бюджет	233
11	Чистая прибыль предприятия	8869
12	Общая рентабельность	4%

#### 6.2.4. Расчет рентабельности строительного производства

Характеризуя прибыльность строительных организаций, используют не только массу прибыли, но и относительные показатели, в том числе уровень рентабельности. В новых условиях рентабельность выступает как важнейший обобщающий экономический показатель.

При оценке текущих затрат уровень рентабельности рассчитывается по формуле:

$$R_{т.з.} = П/С_{пл}, \quad (6.7)$$

где П – прибыль строительной организации, руб;

С<sub>пл</sub> – плановая себестоимость строительно-монтажных работ, руб.

$R_{т.з.} = 8869/214843 = 0,04$ .

Общая рентабельность производства:

										Лист
										68
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата						

$$P_o = \Pi / O_{\text{смп}}, \quad (6.8)$$

где  $O_{\text{смп}}$  – сметная стоимость строительно-монтажных работ, руб.

$$P_o = 8869 / 226513 = 0,04.$$

Рентабельность – это обобщающий показатель, на который влияют как экстенсивные, так и интенсивные факторы.

Экстенсивные факторы – рост массы прибыли за счет увеличения объемов работ и влияние инфляции на уровень цен.

Интенсивные факторы – совершенствование организации труда и производства, технический прогресс, сокращение сроков строительства, повышение качества строительно-монтажных работ и др.

### 6.3. Техничко-экономические показатели проекта

Экономическая эффективность капитальных вложений в данный проект оценивается на основании приведенных и рассчитанных технико-экономических показателей, перечень которых приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Сводные технико-экономические показатели проекта вентиляции

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1	Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	18083
2	Пропускная способность по воздуху	м <sup>3</sup> /ч	35030
3	Сметная стоимость системы	тыс.руб	267,285
4	Стоимость на 1м <sup>3</sup> здания	руб	0,0148
5	Расход металла на систему	т	2,3
6	Расход металла на 1000 м <sup>3</sup> воздуха	кг	0,066
7	Трудоемкость монтажа	чел./дни	55
8	Удельный вес ФЗП в сметной стоимости	%	4

## 7. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 7.1. Введение

Решение проблем безопасности труда и окружающей среды отнесены к числу важнейших государственных задач. Вопросы об охране труда и окружающей среды закреплены законодательными актами и системой стандартов безопасности труда.

Проект отопления и вентиляции выполнен для административно-бытового корпуса по ул. Свердлова, 42а в посёлке Большой Исток Свердловской области. Конструктивные особенности здания: трёхэтажное, пол расположен над холодным подвалом, сообщающийся с холодным воздухом. На первом этаже расположены офисные помещения, комнаты переговоров, индивидуальный тепловой пункт, венткамера, помещения охраны, большой холл, санузлы и другие помещения. Также в осях 1/1-4/1 (левое крыло здания) расположено кафе с различными пищевыми цехами и технологическим оборудованием. На втором этаже расположены офисные помещения, комнаты переговоров, серверная, архив и другие помещения. На третьем этаже расположены административные помещения, офисные помещения, серверная, архив и другие помещения. Высота этажей – 3,6 м. Размеры оконных проемов – 1,8 х 1,5 м. Юго-западный фасад в осях 2-7 выполнен из стеклопакета фирмы Rehau. Здание оборудовано приточными и вытяжными системами вентиляции.

Широта местности района строительства  $56^{\circ}$  с.ш. с расчетной температурой наружного воздуха в холодный период года  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Совокупность выбросов от промышленных предприятий не приводит к превышению установленных санитарно-гигиенических нормативов концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе расположения здания.

### 7.2. Безопасность проекта

Для объекта (офисное помещение) характерны следующие вредные факторы, которые могут привести к ухудшению здоровья человека:

- 1) повышенный уровень шума;
- 2) повышенный уровень вибрации;
- 3) недостаточное освещение;
- 4) электрический ток;
- 5) неблагоприятные параметры микроклимата.

						13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата			70

### 7.2.1. Шум

Источниками шума в офисном помещении являются: внутригородской транспорт, системы вентиляции, различная компьютерная и копирувальная техника.

Воздействие шума на человека заключается в ухудшении восприятия звуковых сигналов и разборчивости речи, нарушении процессов пищеварения и кровообращения. Возрастают энергозатраты организма при выполнении всех видов работ, возникают различные профессиональные заболевания – глухота, гипертония.

Эквивалентный уровень звука для офисных помещений категории Б согласно [14] составляет 50 дБА.

Фактический уровень шума 50 дБА

Снижение уровня шума, возникающего при работе систем вентиляции, достигается проведением следующих мероприятий:

- 1) звукоизоляция приточных и вытяжных камер;
- 2) соединение вентиляторов с воздуховодами через гибкие вставки;
- 3) использование приточных установок в звукоизолированном корпусе;
- 4) ограничение скорости воздуха в магистральных воздуховодах до 8 м/с, в ответвлениях – до 5 м/с, а на выходе из воздухораспределителей – 1,5 м/с;
- 5) применение канальных шумоглушителей.

### 7.2.2. Вибрация

Источниками вибрации являются различное производственное оборудование, возвратно-поступательные движущиеся системы, электродвигатели, генерирующие вибрацию.

Вибрация, действуя на живой организм, трансформируется в энергию биохимических и биоэлектрических процессов, формируя ответную реакцию организма. В отличие от звука вибрация воспринимается различными органами и частями тела. При воздействии общей вибрации на работающего, у него наблюдается нарушение сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению подвижности.

По санитарным нормам, государственному стандарту предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 по осям X, Y, Z в октавных полосах частот составляет: уровень виброускорения 95 дБ, уровень виброскорости 75 дБ.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		71

Снижение вибрации передаваемой от работающего оборудования до допустимых значений достигается применяемыми методами защиты от вибрации: виброизоляция вентиляционных агрегатов и насосов с помощью пружинных амортизаторов и присоединение с помощью гибких вставок, применение звукоизоляции ограждающих конструкций помещений вентиляционных камер.

### 7.2.3 Освещение

Источниками освещения данного объекта являются естественное солнечное освещение и искусственное освещение в виде люминесцентных ламп.

Затенение территории многоэтажной застройкой, а также загрязнение атмосферного воздуха вызывают недостаток естественного солнечного освещения.

Недостаток освещения рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление, способствует развитию близорукости.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность.

В соответствии с санитарными нормами нормы освещенности рабочих поверхностей (разряд зрительной работы 4) при искусственном освещении 200 лк, коэффициент естественного освещения 1,5 %.

Освещенность рабочих поверхностей при искусственном освещении и коэффициент естественного освещения составляют соответственно 200 лк и 1,5 %.

### 7.2.4. Электрический ток

Проходя через тело человека ток оказывает следующие виды воздействия: термические, электролитическое, механическое и биологическое. Ток действует на организм не только в системе контакта, но и на систему, как кровеносная, сердечно – сосудистая.

В офисном помещении используется токопотребляющее оборудование: компьютеры, принтеры, мониторы, копировальные аппараты («ксероксы»). Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) административные помещения по опасности поражения электрическим током относят к помещению без повышенной опасности. Электрические изделия по способу защиты человека от поражения электрического тока

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		72



относятся ко 2 классу. В данном помещении используется напряжение 220 В с частотой тока 50 Гц.

Средства обеспечения безопасности электрического изделия имеют рабочую изоляцию, недоступность токоведущих частей. Используется малое напряжение 42 В и менее. Используется маркировка отдельных частей электрооборудования, надписи, знаки предупредительные, световая сигнализация.

Среди технических мер защиты человека применяется защитное заземление, зануление, защитное отключение.

### 7.2.5 Микроклимат

Внутренний микроклимат (метеорологические условия) – климат внутренней среды производственных помещений, определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также интенсивностью тепловлагоизлучению.

Параметры внутреннего микроклимата помещения оказывают существенное влияние на состояние теплового обмена между человеком и окружающей средой.

Важнейшим условием нормальной жизнедеятельности человека при выполнении профессиональных функций является сохранение теплового баланса организма при значительных колебаниях параметров производственного микроклимата.

Согласно [2] допустимые нормы температуры и относительной влажности воздуха в помещении категории 2 («помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учёбой») составляет: +18..+23°С и 30-60% соответственно.

В рассматриваемом помещении температура внутреннего воздуха равна +20°С, относительная влажность 50-60 %, подвижность воздуха 0,1 м/с.

Микроклимат рассмотренного помещения соответствует санитарным нормам. Допустимые параметры микроклимата в помещении обеспечиваются системами вентиляции и отопления.

### 7.3. Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, которая может повлечь за

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		73

собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, окружающей среде, нанести значительные материальные потери.

Чрезвычайные ситуации по характеру источника бывают: природные, техногенные, экологические, социально-политические.

Чрезвычайные ситуации природного характера – это стихийные бедствия, при которых возникает катастрофическая ситуация. К ним относят природные пожары, опасные геологические явления, метеорологические явления.

К чрезвычайным ситуациям техногенного характера относятся: выбросы сильнодействующих ядовитых веществ, радиоактивных веществ, разрушение зданий из-за дефектов строительства, а также вследствие внешних факторов.

Экологические ЧС – это, как правило, крупные катастрофы, которые приводят к неблагоприятным изменениям в сфере среды обитания.

Социально-политические ЧС – войны, терроризм и т.п.

В условиях ЧС должен быть обеспечен комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни и здоровья людей.

Причины, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям могут быть различными. В общем случае это нарушение правил техники безопасности, правил пожарной безопасности, халатность людей, нарушение технологических процессов, неправильная эксплуатация машин и механизмов и т.д.

При возникновении на такой чрезвычайной ситуации как пожар на человека воздействуют такие опасные факторы как пламя, искры, повышенная температура окружающей среды, дым, токсичные продукты горения.

Причинами пожара могут быть:

- 1) нарушение правил пожарной безопасности
- 2) грозовые разряды молнии
- 3) неправильная эксплуатация и несвоевременная замена неисправного электрооборудования

Для обеспечения пожарной безопасности предусматриваются следующие мероприятия:

- 1) устройство пожарной сигнализации;
- 2) разработка планов эвакуации людей из здания;
- 3) устройство молниезащиты;
- 4) установка на воздуховодах систем вентиляции огнезадерживающих клапанов;
- 5) наличие на этажах углекислотных огнетушителей;

											Лист
											74
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	13.03.01.2020 562 ПЗ						

б) обработка транзитных воздуховодов огнестойкими составами.

В проекте предусмотрены следующие мероприятия по противопожарной безопасности:

1) В воздуховодах систем вентиляции для предотвращения проникновения дыма при пожаре предусматривается установка огнезадерживающих клапанов с пределом огнестойкости  $E_i120$  на поэтажных сборных воздуховодах в местах присоединения их к вертикальному или горизонтальному коллектору, а также в местах пересечения стен венткамер и пересечения зон противопожарных отсеков.

2) Трубопроводы отопления, тепло- и холодоснабжения в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок прокладываются в гильзах из негорючих материалов и зазоры заделываются негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости ограждений.

3) Огнезадерживающие клапаны предусматриваются с электромеханическим приводом Belimo.

4) Транзитные воздуховоды систем вентиляции, местных отсосов (при давлении у вентилятора более 600 Па) проектируются класса «П» (плотные) из негорючих материалов. Транзитные воздуховоды предусматриваются с огнезащитным покрытием, обеспечивающим предел огнестойкости воздуховодов не менее  $E_i30$ , для воздуховодов за пределами обслуживаемого этажа согласно [6, табл. 2].

5) Предусматривается отключение всех систем вентиляции, кондиционирования и воздушных завес при пожаре.

6) Предусматривается блокировка систем вентиляции и кондиционирования с системами сигнализации о возникновении пожара.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		75

#### 7.4. Заключение по разделу БЖД

В разделе БЖД дипломного проекта рассматривается:

- 1) Решение проблем безопасности необходимо вести на основе законодательных актов по охране труда и окружающей среды.
- 2) Приведены характеристики опасных и вредных производственных факторов и условий труда производственной среды.
- 3) Сформулированы принципы обеспечения безопасности по профилактики и оперативным мероприятиям, направленных на обеспечение безопасности и условий труда.
- 4) Рассмотрены вопросы безопасности в ЧС и их негативные последствия.
- 5) Разработаны меры по защите персонала и населения в негативных ситуациях и организации систем управления.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		76

## 8. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В этом разделе производится акустический расчет приточной системы вентиляции ПЗ. Основным источником шума вентиляционных установок является вентилятор, причем в воздуховодах и помещении вентиляционной камеры обычно доминирует его аэродинамический шум. В установках малого давления возможно преобладание механического шума.

Шум распространяется по вентиляционным каналам как со стороны всасывания вентилятора, так и со стороны нагнетания. По мере удаления от вентилятора интенсивность шума уменьшается за счет затухания в воздуховодах. При скоростях движения воздуха выше допустимых элементы установки (воздуховыпускные и воздухозаборные устройства, отводы и дроссель-клапаны) могут стать дополнительным источником шума.

Задачей акустического расчета вентиляционной установки является определение:

- 1) уровня звуковой мощности (УЗМ) вентилятора;
- 2) снижения УЗМ в элементах вентиляционной сети на участке от вентилятора до ближайшего вентилируемого помещения с нормируемым УЗМ;
- 3) требуемого снижения УЗМ в шумоглушителе;
- 4) размеров шумоглушителя.

Полный акустический расчет выполняется для восьми октавных частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Акустический расчет выполним для системы приточной вентиляции ПЗ. Расчетная точка (РТ) выбрана в ближайшем к вентилятору помещении с нормируемым УЗМ – кабинет 306. Допустимые уровни шума приведены в таблице 8.1.

Суммарное снижение УЗМ в сети  $S_{сети}$ , дБ, по пути распространения шума определяется суммой снижения УЗМ в элементах сети воздуховодов:

$$S_{сети} = \sum_{i=1}^n \Delta S_i, \quad (8.1)$$

где  $\Delta S_i$  - снижение УЗМ отдельного элемента сети;

$n$  - количество элементов сети.

Требуемое снижение УЗМ  $\Delta S_{треб}$  определяется из соотношения

$$\Delta S_{треб} = (S_{вент} - S_{сети}) - S_{доп}. \quad (8.2)$$

Если  $\Delta S_{треб} < 0$ , то установка шумоглушителей не требуется.

						13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата			77

По полученным результатам делаем вывод, что установка шумоглушителя не требуется, однако по требованию заказчика в состав данной приточной установки необходимо предусмотреть шумоглушитель.

Выбираем прямоугольный шумоглушитель DVD 10-1-1-900-1-1, который будет комплектоваться в сборе с приточной установкой Danvent фирмы Systemair. Технические характеристики данного шумоглушителя приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

## Технические характеристики

Тип шумоглушителя	Шумопоглощение (дБ) на средних частотах (Гц)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
DVD 10-1-1-900-1-1	4	4	6	14	21	29	22	23

Шумоглушитель устанавливается перед вентилятором на всасывающей линии в качестве дополнительной секции. Длина шумоглушителя 900 мм. Между секцией с центробежным вентилятором и шумоглушителем предусматривается пустая секция. Длина шумоглушителя с пустой секцией 1270 мм, высота 520 мм, ширина 970 мм.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		78

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам проведённой работы в очередной раз можно сделать вывод, что инженерные сети административного здания имеют важнейшее значение для комфортного пребывания сотрудников и посетителей. Точность и последовательность расчётов являются основой для создания микроклимата.

В ходе дипломного проекта были рассчитаны и сконструированы системы отопления здания и системы общеобменной вентиляции, а именно:

1. Системы отопления (11 шт) – горизонтальные и стояковые двухтрубные тупиковые системы, с радиаторными отопительными приборами.
2. Приточные установки (3 шт) для помещений разных назначений, обеспечивающие комфортные условия в рабочей зоне. Был подробно изучен конструктив этих установок, их состав и методы программного подбора оборудования.
3. Вытяжные установки (11 шт) - решена комплексная задача обеспечения требуемых санитарногигиенических показателей микроклимата помещений.
4. Шкафы управления и элементы автоматики приточных установок – был проработан вопрос автоматизации установок. Изучен алгоритм и основные элементы.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		79

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) СНиП 23-01-99. Строительная климатология. - М.: ГУП ЦПП, 2003.
- 2) ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. - М.: ГУП ЦПП, 1999.
- 3) СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
- 4) Пособия к СНиП 2.08.02-89\*. Проектирование предприятий общественного питания. - М.: Стройиздат, 1992.
- 5) СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.
- 6) СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.
- 7) СНиП 31-02-2003. Общественные здания административного назначения. - М.: ГУП ЦПП, 2004.
- 8) СНиП 2.08.02-89\* .Общественные здания и сооружения. - М.: ГП ЦПП, 1999.
- 9) Стандарт АВОК-1-2004. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. - М.:АВОК-ПРЕСС, 2004.
- 10) Каталог «Воздухораспределители компании Арктос». Издание 5. - М.: АРКТОС, 2008.
- 11) Шумилов Р. Н. Теоретические основы вентиляции. Аэродинамика: Уч. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000.
- 12) Каталог «Оборудование для систем вентиляции воздуха компании Арктос. - М.: АРКТОС, 2008.
- 13) Каталог оборудования фирмы Systmair, 2008.
- 14) СНиП 23-03-2003. Защита от шума. - М.: ГУП ЦПП, 2004.
- 15) Баркалов Б.В. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочное издание в 3 частях. - М.: Стройиздат, 1978.
- 16) СП 41-102-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб. - М.: ГУП ЦПП, 1998.
- 17) СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. - М.: ГУП ЦПП, 2002.

					13.03.01.2020 562 ПЗ	Лист
Из	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		80