

Аннотация

В бакалаврской работе были запроектированы и рассчитаны системы вентиляции и отопления четырёхэтажного студенческого общежития, площадью 715м² в городе Пенза.

Были сделаны такие расчёты как: теплотехнический расчёт ограждающих конструкций, расчёт теплопотерь и теплопоступлений здания. По результатам составлены тепловой и воздушный балансы, аэродинамический расчёт систем вентиляции, гидравлический расчёт систем отопления, также подбор оборудования индивидуального теплового пункта и венткамеры, сделано описание систем автоматизации ИТП и дана оценка безопасности и экологичности объекта. В разделе организация монтажных работ определены объёмы и трудоёмкости строительно-монтажных работ систем вентиляции.

Приточная и вытяжная вентиляция с механическим побуждением, воздуховоды круглого сечения, горизонтальные - проложены в пространстве подшивного потолка, вертикальные - в вентиляционной шахте. Венткамера расположена в подвале.

Система отопления с нижней разводкой и с тупиковым движением теплоносителя. Отопительные приборы системы – стальные панельные радиаторы.

Графическая часть бакалаврской работы включает в себя: Лист с общими указаниями, планы этажей здания с трубопроводами систем отопления и с воздуховодами, аксонометрические схемы систем отопления и вентиляции, схема индивидуального теплового пункта.

Пояснительная записка бакалаврской работы состоит из 83 страниц, 37 из которых в приложении.

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные для проектирования	6
1.1 Параметры наружного воздуха.....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта	7
1.4 Источники тепло - и холодоснабжения	7
2 Тепловая защита здания	8
2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций	8
2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждения	11
2.2.1 Теплотери через полы, лежащие на грунте.....	11
2.2.2 Теплотери через наружные ограждающие конструкции.....	12
2.3 Расчёт теплопоступлений.....	13
3 Проектирование системы вентиляции	17
3.1 Расчёт системы вентиляции.....	17
3.2 Расчёт воздухообмена.....	17
3.3 Аэродинамический расчёт	20
3.4 Подбор оборудования приточной камеры.....	24
4 Проектирование системы отопления	25
4.1 Описание системы	25
4.2 Гидравлический расчёт системы отопления	25
4.3 Тепловой расчёт приборов системы отопления.....	29
4.4 Расчёт и подбор оборудования системы отопления.....	31
5 Контроль и автоматизация	33
6 Организация монтажных работ	35
6.1 Необходимые работы перед монтажом систем вентиляции	35
6.2 Последовательность монтажа систем вентиляции	36
6.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции	38
7 Безопасность и экологичность технического объекта	39

7.1 Идентификация профессиональных рисков.....	39
7.2 Методы и средства уменьшения профессиональных рисков.....	39
7.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	40
Заключение	42
Список используемых источников.....	43
Приложение А Расчёт тепловых потерь	46
Приложение Б Аэродинамический расчёт	57
Приложение В Гидравлический расчёт системы отопления.....	80

Введение

Цель бакалаврской работы состоит в проектировании и расчёте систем отопления и вентиляции студенческого общежития в городе Пенза, для обеспечения комфортной жизнедеятельности людей. Для этого необходимо произвести некоторые расчёты.

В работе были рассчитаны система отопления и вентиляции, согласно нормативным документам и заданию на проектирование.

Системы приточной и вытяжной вентиляции с механическим побуждением, воздуховоды круглого сечения, горизонтальные - проложены в пространстве подшивного потолка, вертикальные - в вентиляционной шахте. Венткамера расположена в подвале. Воздуховоды расположенные в подвале здания покрыты тепловой изоляцией.

Система отопления с нижней разводкой и с тупиковым движением теплоносителя. Для системы были выбраны стальные панельные радиаторы. Трубопроводы системы расположенные в подвале здания покрыты тепловой изоляцией.

Для достижения цели работы необходимо произвести расчёты:

1. Произвести теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
2. Спроектировать и рассчитать систему отопления здания;
3. Спроектировать и рассчитать систему вентиляции здания;
4. Описать схему автоматизации индивидуального теплового пункта;
5. Определить необходимый объем монтажных работ;
6. Разработать необходимые меры по безопасности во время проведения монтажных работ.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования систем вентиляции и отопления принимаются в соответствии с СП [1] для города Пенза.

Для холодного периода года (Параметр Б):

Средняя температура наиболее холодной пятидневки с коэффициентом обеспеченности 0,92: -27°C .

Средняя температура за отопительный период в данном городе $t_{\text{от}} = -4,1^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность суток отопительного периода 200суток.

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, $v = 4,4\text{м/с}$

Удельная энтальпия наружного воздуха, I

Для тёплого времени года (Параметр А):

Среднемесячная температура наиболее тёплого месяца с коэффициентом обеспеченности 0,95: 24°C .

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, $v = 3,8\text{м/с}$

Удельная энтальпия наружного воздуха, I

Барометрическое давление 996 гПа

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего микроклимата принимаются по минимальным из допустимых параметров воздуха в рабочей зоне, согласно ГОСТ [3] и СП [2].

Параметры внутреннего воздуха в холодный период года

Температура воздуха в жилой комнате 20°C .

Подвижность воздуха в жилой комнате 0,3м/с.

Относительная влажность воздуха в жилой комнате $\varphi_{в} \geq 60\%$

Температура воздуха кухни $t = 19^{\circ}\text{C}$.

Относительная влажность воздуха в кухне [2] $\varphi_{в} = 60\%$.

Температура воздуха в ванной, совмещенной с санузлом 26°C .

Относительная влажность воздуха в ванной, совмещенной с санузлом $\varphi_{в} \geq 65\%$.

Температура воздуха в зале для собраний 20°C .

Температура воздуха в лестничной клетке 16°C .

Параметры внутреннего воздуха в тёплый период года.

Температура воздуха в жилой комнате 20°C .

Подвижность воздуха в жилой комнате 0,5 м/с.

Относительная влажность воздуха в жилой комнате $\varphi_{в} \geq 65$.

1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Проектируемый объект четырёхэтажное студенческое общежитие, площадью 715м^2 , расположенное в городе Пенза. Главный фасад здания ориентирован на восток. Размеры в осях – 43200×16545 . Высота здания составляет 16м, высота этажа 3м. В здании имеется неотапливаемый подвал и чердак. Высота подвала составляет 2,5м. Лестничные клетки расположены в осях 2-3, 9-10 – ВГ.

1.4 Источники тепло - и холодоснабжения

Источниками тепло – и холодоснабжения является Тепло – Электро-Централь. Теплоноситель – вода с параметрами $150-70^{\circ}\text{C}$ пребывает по тепловым сетям.

2 Тепловая защита здания

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждений производится по методике СП [4]. Все примеры и формулы для расчета приведены в своде правил.

Таблица 2.1 – Составляющие ограждающих конструкций

Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность материала γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·°С))
1	2	3	4
Стены наружные			
Фактурный слой, сложный раствор	0,03	1700	0,70
Керамзитобетон	0,10	800	0,24
Утеплитель – минерально-ватная плита	?	80	0,033
Керамзитобетон	0,12	800	0,24
Облицовочная плитка	0,005	1600	0,58
Кровельное покрытие			
Железобетонная пустотная плита	0,24	2500	1,92
Два слоя рубероида	0,004	600	0,17
Утеплитель – минерально-ватная плита	?	600	0,045
Цементно – песчаный раствор	0,045	1800	0,76
Водоизоляционный ковёр	0,018	1400	0,27
Перекрытия над подвалом			
Пустотная железобетонная плита	0,24	2500	1,92
Два слоя рубероида	0,005	600	0,17
Утеплитель – ячеистый бетон	?	300	0,11
Древесностружечная плита	0,015	800	0,19
Линолиум на тканевой основе	0,006	1400	0,29

Теплотехнический расчёт наружных стен

Толщина утеплителя определяется из условий:

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}},$$
$$R_0^{\text{пр}} = r \cdot R_0^{\text{усл}} \quad (2.1)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности

$$r = r_1 \cdot r_2 \quad (2.2)$$

r_1 – коэффициент оценки внутренних креплений в ограждении

r_2 – коэффициент, учитывающий наличие оконных откосов

Определяем толщину утеплителя по формуле:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} \quad (2.3)$$

Из формулы (2.3) определяется толщина утеплителя:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \cdot \lambda_{\text{ут}}, \quad (2.4)$$

Далее определяют приведенное сопротивление теплопередачи по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r, \quad (2.5)$$

После этого сравнивают приведенное сопротивление теплопередачи с требуемым.

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи наружных стен:

$$\text{ГСОП} = (20 + 4,1) \cdot 200 = 4820 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 4820 + 1,4 = 2,846 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$r_1 = 0,86,$$

$$r_2 = 0,95,$$

$$r = 0,86 \cdot 0,95 = 0,82$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{2,846}{0,82} = 3,47 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 3,47 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,03}{0,70} - \frac{0,10}{0,24} - \frac{0,12}{0,24} - \frac{0,005}{0,58} = 3,87 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 3,87 \cdot 0,033 = 0,130 \text{ м}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{23} + \frac{0,03}{0,70} + \frac{0,10}{0,24} + \frac{0,13}{0,033} + \frac{0,12}{0,24} + \frac{0,005}{0,58} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

4,059 > 2,846 Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

$$k = \frac{1}{4,059} = 0,246 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

Теплотехнический расчёт кровельного покрытия

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи бесчердачного покрытия:

$$R_0^{\text{тр}} = 0,00045 \cdot 4820 + 1,9 = 4,069 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{4,069}{0,92} = 4,42 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$r = 0,92$$

$$R_{\text{ут}} = 4,42 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,018}{0,27} - \frac{0,045}{0,76} - \frac{0,004}{0,17} = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 4,81 \cdot 0,045 = 0,22 \text{ м}$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{23} + 0,166 + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,045}{0,76} + \frac{0,018}{0,27} + \frac{0,22}{0,045} + \frac{1}{8,7} = 5,36 \cdot \text{°C/Вт}$$

4,934 > 4,069 Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

$$k = \frac{1}{4,934} = 0,202 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

Теплотехнический расчёт перекрытия над подвалом

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи окон:

$$R_0^{\text{тр}} = 0,00045 \cdot 4820 + 1,9 = 4,069 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$r = 1$$

$$n_t = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{подв}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{от}}}; \quad (2.6)$$

$$n_t = \frac{20 - 5}{20 + 4,1} = 0,62;$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{n_t \cdot R_0^{\text{тр}}}{r} \quad (2.7)$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{0,62 \cdot 4,069}{1} = 2,52 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_{\text{ут}} = 2,52 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{12} - \frac{0,006}{0,29} - \frac{0,015}{0,19} - \frac{0,005}{0,17} = 2,62 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\delta_{\text{ут}} = 2,62 \cdot 0,11 = 0,29 \text{ м} = 0,30$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{12} + \frac{0,006}{0,29} + \frac{0,015}{0,19} + \frac{0,30}{0,11} + \frac{0,005}{0,17} + 0,166 + \frac{1}{8,7} = 3,22 \cdot \text{°C/Вт}$$

3,22 > 2,52 Условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C.}$$

$$k = \frac{1}{3,22} = 0,31 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°С.}$$

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи окон:

$$R_0^{\text{TP}} = 0,000025 \cdot 4820 + 0,2 = 0,321 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,321} = 3,12 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°С.}$$

Таблица 2.2 – Теплотехнические свойства ограждений

Наименование конструкции	Толщина утеплителя	Толщина ограждающих конструкций	Приведенное сопротивление	Коэффициент теплопередачи
Наружная стена	0,130	4,95	4,059	0,246
Кровельное покрытие	0,22	5,36	4,934	0,202
Перекрытие над подвалом	0,30	3,22	3,22	0,31
Окно	Стеклопакет однокамерный с межстекольным расстоянием 12мм		0,321	3,12
Дверь балконная	Балконная дверь		0,927	1,08
Дверь наружная	Дверь двойная с одинарным тамбуром		1,35	0,74

2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждения

2.2.1 Теплотери через полы, лежащие на грунте

Тепловые потери здания рассчитываются согласно справочному пособию [5, с. 93]. Полы подвала, лежащие на грунте необходимо разделить на четыре зоны. Первая, вторая и третья зоны имеют ширину 2 метра, что касается четвёртой зоны, то это оставшаяся площадь по середине здания. Углы у наружных стен в здании требуется учитывать два раза. Высота подвала 2,5 м.

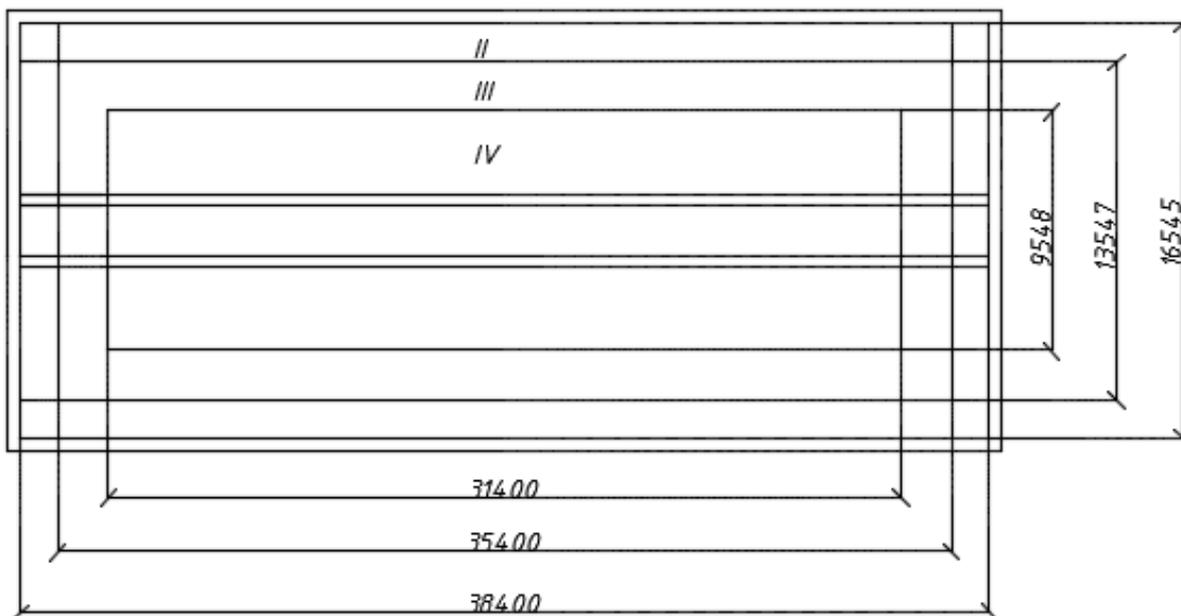


Рисунок 1 – Разбивка полов на зоны

Расчёт полов по зонам сводится в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Полы, рассчитанные по зонам

№ зоны	Приведенное сопротивление $R_0^{пр} \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	Площадь зоны $F, \text{ м}^2$	Коэффициент теплопередачи $k, \text{ Вт}/\text{ м}^2 \cdot \text{°C}$
Зона I	2.1	219.8	0,476
Зона II	4.3	219,78	0,233
Зона III	8.6	179,92	0,116
Зона IV	14.2	299,8	0,070

2.2.2 Теплотери через наружные ограждающие конструкции

Потери тепла в здании через наружные ограждения определяются по данной формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_b - t_n) \cdot b \cdot (1 + \sum \beta) \quad (2.8)$$

где F – расчётная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

k – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $\text{ Вт}/\text{ м}^2 \cdot \text{°C}$;

b – коэффициент, который учитывает зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по СП [4];

β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;

t_n – температура наружного воздуха, °С;

t_b – температура внутреннего воздуха °С.

Потери тепла на нагрев инфильтрирующего воздуха, определяется по формуле:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28Lc\rho(t_b - t_n) \cdot k, \quad (2.9)$$

где L – расход удаляемого воздуха, м³/ч, который не компенсируется подогретым приточным воздухом, он равен 3 м³/ч на 1 м² жилых комнат (не учитывая коридоры).

c – удельная теплоемкость воздуха, равна 1,005 кДж/кг;

ρ – удельный вес воздуха в помещении, Н/м³;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, принимаемый согласно СП [4].

Так как во всех помещениях организуется приточная вентиляция, то потери тепла через инфильтрацию отсутствуют.

Температуру чердака находим по формуле:

$$t_{\text{ч}} = t_b - (t_b - t_n) \cdot 0,9 \quad (2.10)$$

$$20 - (20 - (-27)) \cdot 0,9 = -22,3^{\circ}\text{C}$$

Расчёт тепловых потерь представлен в приложении А.

2.3 Расчёт теплопоступлений

Теплопоступления от людей:

Поступление тепла от человека зависит от интенсивности выполняемой им работы, также от параметров окружающего воздуха и определяется по формуле [8]:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad (2.11)$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел

n – количество человек одновременно находящихся в помещении

$$Q_{\text{л}}^{\text{тп}} = 99 \cdot 76 = 7524 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{л}}^{\text{хп}} = 122 \cdot 76 = 9272 \text{ Вт},$$

Теплопоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для тёплого периода года по формуле:

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}})F_0k_1k_2\beta_{\text{сз}}, \quad (2.12)$$

$q_{\text{вп}}$ – поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5 – 3,5 мм;

$q_{\text{вр}}$ – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5мм;

F_0 – поверхность остекления, м;

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы;

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

$\beta_{\text{сз}}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств равный 1.

Город Пенза расположен на 53° северной широты.

Расчёт сводится в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Теплопоступления от солнечной радиации

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	В															
$q_{\text{ВП}}$	160	442	664	607	572	457	280	105								
$q_{\text{ВД}}$	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
F_0	81,81															
k_1	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k_2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{\text{сз}}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{\text{ср}}$	7051	20182	30740	29135	27531	22085	14661	7573	3246	3022	2873	2873	2686	2201	1455	485
	3															
$q_{\text{ВП}}$									105	280	457	572	607	664	442	160
$q_{\text{ВД}}$	13	39	59	72	77	77	81	87	98	113	135	166	174	160	99	29
F_0	92,8															
k_1	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k_2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
$\beta_{\text{сз}}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{\text{ср}}$	550	1650	2497	3047	3258	3258	3428	3682	8590	16631	25052	31230	33049	34869	22893	7998

Теплопоступления от системы отопления

Количество тепла, сообщаемое отоплением в нерабочее время, компенсирует теплотери через ограждающие конструкции и рассчитывается по формуле:

$$Q_{c.o.} = \frac{\sum Q_{ог}}{t_B - t_H} \cdot (12 - t_H) \quad (2.13)$$

Теплопоступления от системы отопления сводится в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Теплопоступления от системы отопления

Номер помещения	Температура внутреннего воздуха t_B , °C	Общие теплотери $Q_{огр}$, Вт	Теплопоступления от систем отопления $Q_{c.o.}$, Вт
101-414	20	25436	21107
107,207,307,407	17	8795	7796
110,210,310,410	19	2641	2239
Коридор 1,2,3,4 этажей	19	7654	6489
Лестничные клетки	16	14467	13122
		Σ	50752

Тепловой баланс

Тепловой баланс расчётного помещения составляется для определения избытков или недостатков тепла, которые должна компенсировать система вентиляции:

$$Q_n^{вент} = Q_{л} + Q_{осв} + Q_{сол} + Q_{проч} - Q_{л} - Q_{огр} - Q_{инф} - Q_{c.o.} - Q_{проч}, \quad (2.14)$$

$$\begin{aligned} Q_n^{вент} &= 7524 + 0 + 34869 + 5828 - 9272 - 58993 - 0 - 50752 - 11902 \\ &= -82698 \end{aligned}$$

3 Проектирование системы вентиляции

3.1 Расчёт системы вентиляции

В студенческом общежитии запроектирована система механической вентиляции. Венткамера размещена в подвале. Приточный воздуховод помещен в короб в коридоре между осями 5-7. Приточная вентиляция предусмотрена во все помещения, кроме лестничных клеток, коридоров прачечных и технических помещений. Магистральные воздуховоды проходят под потолками коридоров на отметках +2.500, +5.000, +7.500 и 10.000 м и полностью закрываются коробом. Ответвления воздуховодов проходят через проходные помещения комнат и также закрываются коробом.

3.2 Расчёт воздухообмена

Определение воздухообмена по кратности

Расход вентилируемого воздуха по кратности рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (3.1)$$

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1}

V – внутренний объем помещения, м^3 .

Значения кратностей воздухообмена для и притока и вытяжки рекомендуется принимать по [11, табл. 9.1.]

Результаты данного расчёта сводятся в таблицу 3.1

Таблица 3.1 – Воздушный баланс

Наименование помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Приток		Вытяжка	
			$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$
1	2	3	4	5	6	7
101	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
102	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
103	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
104	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
105	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
106 - зал	19	83	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	92	-	-
108- спальня	20	57	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	63	-	-
109 - ж.к	20	38	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	43	-	-
110-кухня	19	83	$60\text{м}^3/\text{ч}$	60	$60\text{м}^3/\text{ч}$	60
111 – жк	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
112 – жк	20	52	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	57	-	-
113-комната для занятий	20	66	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	60	-	-
114-комната для отдыха	20	54	$3\text{м}^3/\text{ч}$ на 1м^2 жил.площади	73	-	-
Санузел – 101	19	4,08	-	-	25 $\text{м}^3/\text{ч}$	25
Санузел – 102	19	4,08	-	-	25 $\text{м}^3/\text{ч}$	25
Санузел – 103	19	4,08	-	-	25 $\text{м}^3/\text{ч}$	25
Санузел – 104	19	4,08	-	-	25 $\text{м}^3/\text{ч}$	25
Санузел – 105	19	4,08	-	-	25 $\text{м}^3/\text{ч}$	25

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Санузел – 111	19	4,08	-	-	25 м ³ /ч	25
Санузел – 112	19	4,08	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная - 101	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 10 2	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 103	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 104	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 105	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 111	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Ванная – 112	26	7,70	-	-	25 м ³ /ч	25
Совмещенный санузел-108	26	14	-	-	25 м ³ /ч	25
Совмещенный санузел-109	26	14	-	-	25 м ³ /ч	25
Санузел 113	19	8,89	-	-	25 м ³ /ч	25
Санузел 114	19	19,98	-	-	25 м ³ /ч	25
Прачечная	17	86	-	-	0,2 ч ⁻¹	17,2
Коридор			-	-	263м ³ / ч	263
				790		790

Приток: $L = 790 \cdot 4 = 3160 \text{ м}^3/\text{ч}$

Вытяжка: $L = 790 \cdot 4 = 3160 \text{ м}^3/\text{ч}$

3.3 Аэродинамический расчёт

Аэродинамический расчёт систем вентиляции с механическим побуждением выполняют с целью выбора диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха, также определения потерь давлений.

Расчёт следует начать с расчёта магистрального воздуховода, а затем следует увязка всех ответвлений.

Порядок проведения расчёта:

1. Компонуют вентиляционную систему.
2. Строят аксонометрическую схему и на схеме проставляются номера участков.
3. Предварительно намечают скорости движения воздуха, м/с: в магистральных воздуховодах до 8 м/с, в ответвлениях до 5 м/с.
4. Используя справочные таблицы или по монограммам, по скоростям и расходам воздуха намечают диаметры воздуховодов.
5. Рассчитывают действительную скорость воздуха, м/с, на участках по формуле:

$$V = \frac{L}{3600 \cdot F}, \quad (3.2)$$

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

F – площадь поперечного сечения воздуховода, м².

6. По значению действительной скорости и диаметру по справочным таблицам определяют потери давления по длине R , Па/м², динамическое давление $P_{\text{дин}}$, Па.
7. Определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta$ по справочным таблицам.
8. Определяют потери давления на трение по длине участка Rl .
9. Потери давления на местные сопротивления на участке, па определяются как:

$$Z = \sum \zeta P_{\text{дин}}, \quad (3.3)$$

10. Далее определяют полные потери, Па:

$$Rl + Z.$$

11. Увязывая ответвления, определяют невязку потерь давления по формуле:

$$\frac{\Delta p_{\text{от}} - \Delta p_{\text{м}}}{\Delta p_{\text{м}}} \cdot 100 \leq 10 - 15\%. \quad (3.4)$$

12. Если невязка получается более 15% для уравнивания расчётных потерь давления на магистрали и ответвлении устанавливается диафрагма, коэффициент местного сопротивления которой определяется по формуле

$$\zeta = \frac{\Delta p_{\text{м}} - \Delta p_{\text{от}}}{P_{\text{дин}}}. \quad (3.5)$$

По значению $\zeta_{\text{д}}$ по справочным таблицам определяют диаметр отверстия диафрагмы.

Аэродинамические расчёты приточных и вытяжных систем сводятся в таблицу в приложении Б.

П 1

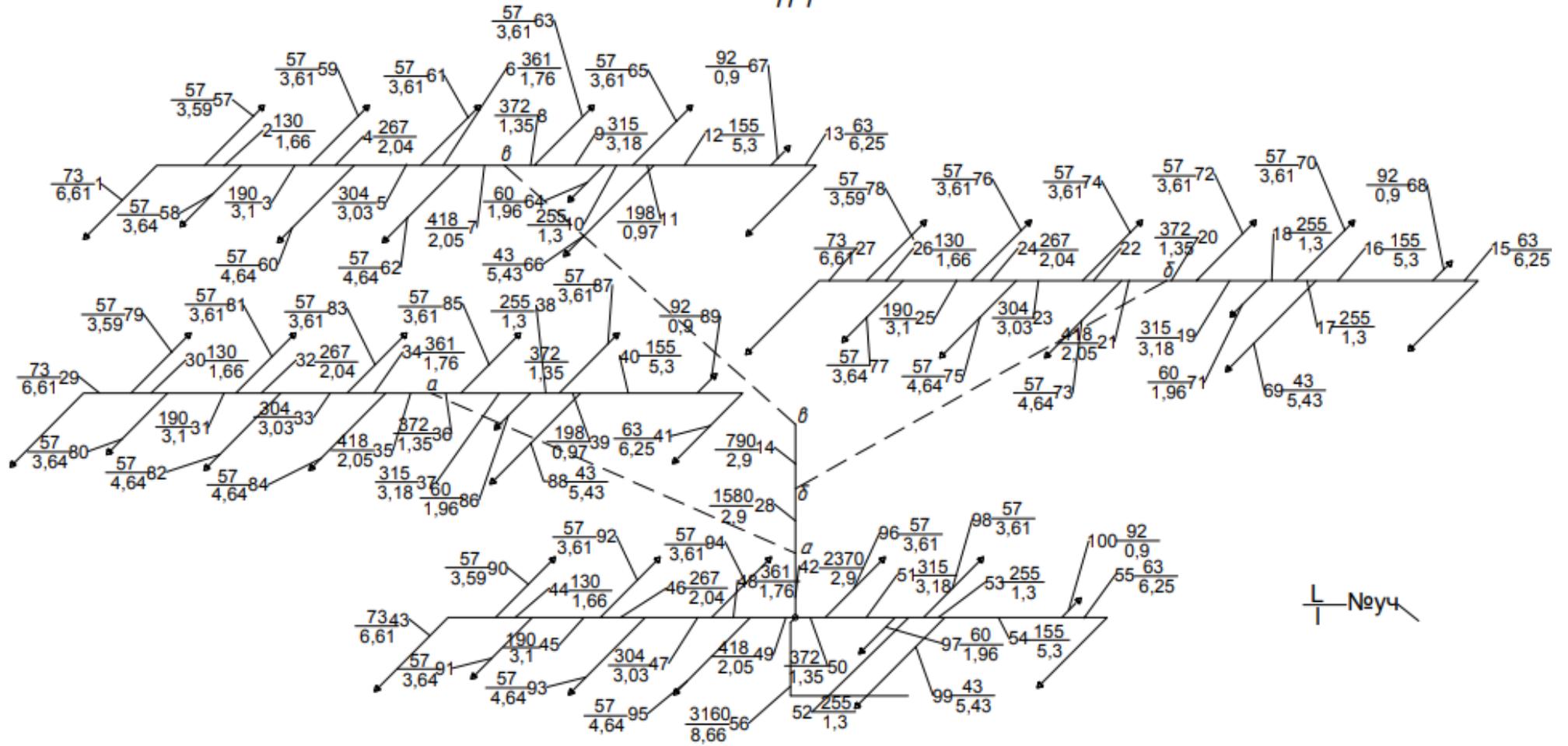


Рисунок 3.1 – Расчётная схема П 1

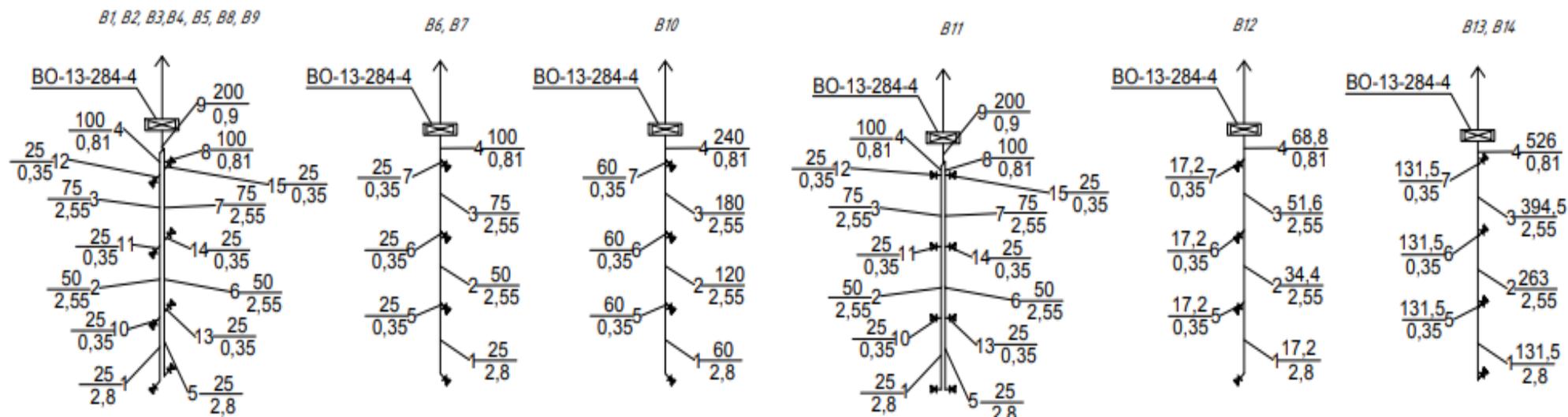


Рисунок 3.2 – Расчётные схемы В 1 – В 14

3.4 Подбор оборудования приточной камеры

Подбор приточной установки был осуществлён в программе «ВЕЗА», бланк подбора приведён в Приложении Б.

Вытяжные вентиляторы установлены на крыше здания. Подбор вытяжных вентиляторов осуществляется в программе Виктория.

В1, В2, В3, В4, В5, В8, В9, В11: $L = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобран осевой вентилятор ВО–13–284–4/15–4–0,12–1500.

В6, В7: $L = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобран осевой вентилятор ВО–13–284–4/15–3,15–0,12–1500.

В10: $L = 240 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобран осевой вентилятор ВО–13–284–4/15–4–0,12–1500.

В12: $L = 69 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобран осевой вентилятор ВО–13–284–4/15–4–0,12–1500.

В13, В14: $L = 526 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобран осевой вентилятор ВО–13–284–4/15–4,5–0,12–1500.

4 Проектирование системы отопления

4.1 Описание системы

В 4 этажном студенческом общежитии запроектирована вертикальная двухтрубная система отопления, с нижней разводкой и с тупиковым движением теплоносителя. Теплоноситель – вода с температурой 150°С пребывает из ТЭЦ. Температура теплоносителя снижается до нужных параметров в ИТП для системы отопления согласно [6] до 95°С. Магистральные трубопроводы запроектированы в подвале на отметке -1,500м, под уклоном 0,003 а сторону ИТП. Трубы для системы отопления стальные газопроводные. В качестве отопительных приборов установлены стальные секционные радиаторы. На каждой подводке к отопительному прибору установлены клапаны фирмы Герц-TS-90, а на основании стояков установлены шаровые краны. На отопительных приборах последних этажей установлены автоматические воздухоотводчики.

4.2 Гидравлический расчёт системы отопления

Цель гидравлического расчёта является определение диаметров трубопроводов и определение потерь давления в трубопроводах.

Гидравлический расчёт производится по методу удельных потерь давлений на трение. Перед выполнением расчета, конструируется система отопления и строится аксонометрическая схема. На схеме выбирается главное циркуляционное кольцо, это кольцо через наиболее удалённый и наиболее нагруженный прибор первого этажа. Гцк разбивается на участки с указанием расходов и длин участков.

Расход воды на каждом участке вычисляется по формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot t_r - t_0}, \quad (4.1)$$

где β_1 – коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь (помимо расчетной) прибора, принятых в установке, по [7.т.9.4]

β_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери вследствие размещения приборов у наружных стен, по [7.т.9.5]

Расчётное циркуляционное давление определяется по формуле:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,4 \cdot (\Delta P_{e.пр} + \Delta P_{e.тр}), \quad (4.2)$$

где ΔP_n – насосное циркуляционное давление, Па:

$$\Delta P_n = 100 \cdot \sum l_{оцк}, \quad (4.3)$$

$\sum l_{оцк}$ – длина основного циркуляционного кольца, м

$\Delta P_{e.пр}$ – естественное циркуляционное давление от охлаждения воды в приборах, Па

$$\Delta P_{e.пр} = \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_r - t_0), \quad (4.4)$$

где β – среднее приращение плотности при понижении t на 1°C

h – вертикальное расстояние между центром нагрева и центром охлаждения воды, м

$\Delta P_{e.тр}$ – естественное циркуляционное давление от охлаждения воды в трубах, Па:

$$\Delta P_{e.тр} = \beta \cdot g \cdot \sum h_i \cdot (t_i - t_{i+1}), \quad (4.5)$$

h_i – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения i – ого участка и нагревания, м

Средние удельные линейные потери давления на трение определяется по формуле:

$$R_{ср} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\sum l_{оцк}} \quad (4.6)$$

По полученным $G_{уч}$ и $R_{ср}$ по [7. табл II.1] выбираются диаметры труб основного циркуляционного кольца.

По диаметрам определяются фактические потери давления на трение R_ϕ , Па и скорость движения теплоносителя w , м/с.

Коэффициенты местных сопротивлений определяются по [7.табл.П10-П20].

Далее с учётом скорости движения воды в трубопроводах по [7] находится величина потерь давления на местные сопротивления, Z , Па.

Потери давления на трение $\Delta P_{\text{уч}}$, Па/м и местные сопротивления на участке равны:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R_{\text{ф}} \cdot l + z, \quad (4.7)$$

где $R_{\text{ф}}$ – фактические потери давления на трение, Па

z – давление в местных сопротивлениях, Па

Потери давления в главном циркуляционном кольце сравниваем с располагаемым перепадом давления:

$$\frac{\Delta P_{\text{р}} - \sum \Delta P_{\text{уч}}}{\Delta P_{\text{р}}} \cdot 100\% \leq 10\%, \quad (4.8)$$

Запас располагаемого давления необходим в случае неучтенных гидравлических сопротивлений. Если запас давления превышает эту величину, необходимо уменьшить диаметры участков циркуляционного кольца. Если же запас давления оказался менее 5% или отрицательным, то необходимо увеличить диаметры участков. Измененные участки необходимо пересчитать заново, чтобы получить запас давления 5-10%.

Затем производим увязку стояков. При невозможности увязки потерь давления путём изменения диаметра труб, прибегают к установке диафрагм.

Диаметр диафрагмы определяют по формуле:

$$d_{\text{д}} = 3,56 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{G_{\text{ст}}^2}{\Delta p_{\text{д}}}\right)}, \quad (4.9)$$

где $G_{\text{ст}}$ – расход воды в стояке, кг/ч

$\Delta p_{\text{д}}$ – необходимые для увязки потери давления в диафрагме, Па

результаты гидравлического расчёта сведены в таблицу Б.1 в приложении Б.

T 21, T22

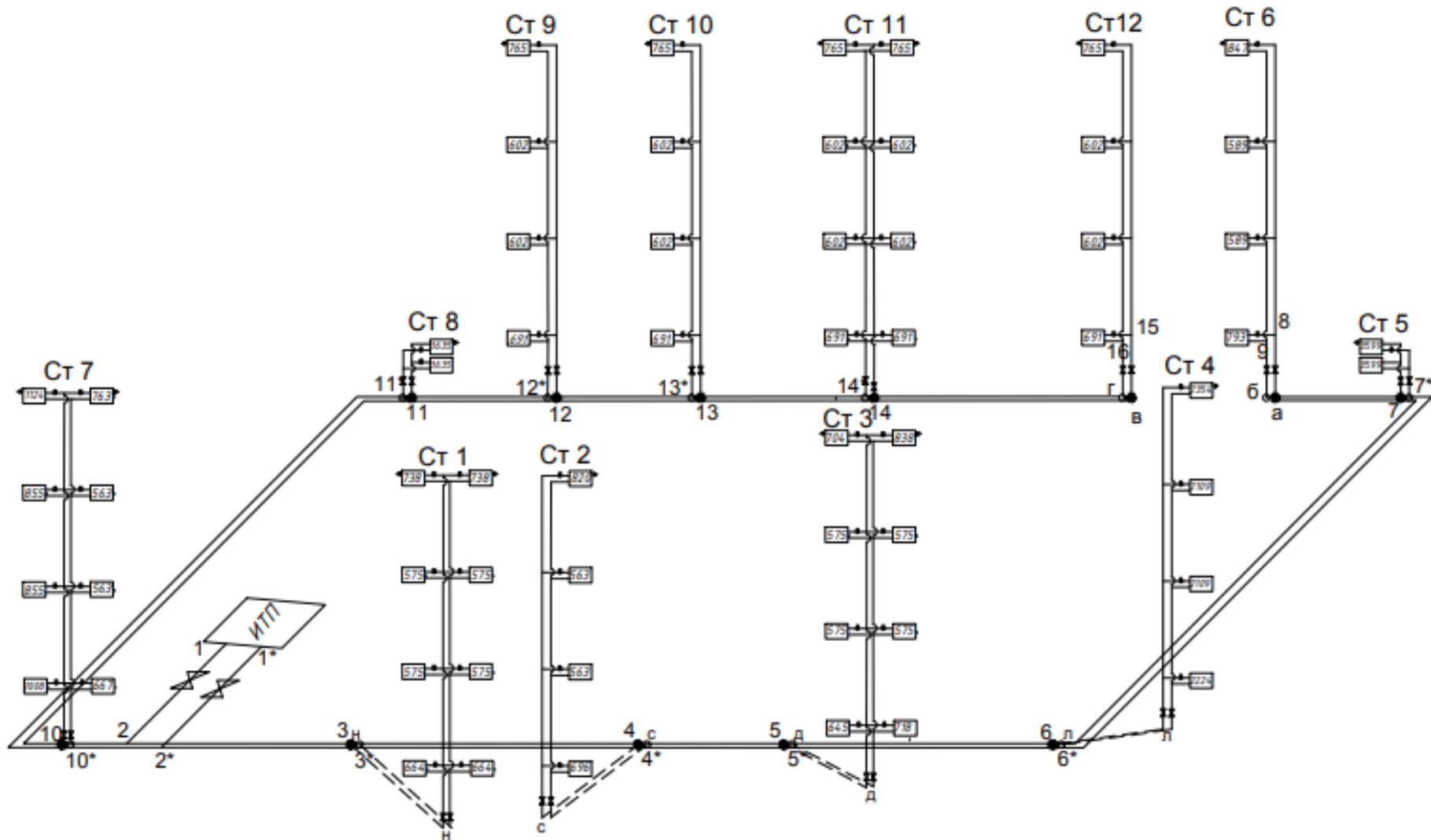


Рисунок 4.2 – Расчётная схема системы отопления

4.3 Тепловой расчёт приборов системы отопления

Для правильного подбора отопительных приборов для двухтрубной системы отопления, необходимо воспользоваться формулами:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \quad (4.10)$$

где $Q_{\text{пр}}$ –необходимая теплопередача отопительного прибора в рассматриваемом помещении, Вт

$\beta_{\text{тр}}$ –коэффициент, зависящий от местоположения и изоляции труб, равный 0,9

$Q_{\text{тр}}$ –теплопередача открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводок, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт, определяемая по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{гор}} \cdot l_{\text{гор}} + q_{\text{верт}} \cdot l_{\text{верт}}, \quad (4.11)$$

q – теплоотдача 1 метра трубопровода, который расположен горизонтально или вертикально, определяемый по [7. табл. II]

l –длины вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Расчётная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}, \quad (4.12)$$

где $q_{\text{пр}}$ –расчётная плотность теплового потока с 1 метра прибора, Вт/м², определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \quad (4.13)$$

где $q_{\text{ном}}$ –номинальная плотность теплового потока, Вт/м², при стандартных условиях работы радиатора РСВ1-1 равна 504 Вт/м³

n, p – коэффициенты [10], выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи,

$n = 0.32, p = 0.$

$\Delta t_{\text{ср}}$ –средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °С, который находится по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}} \quad (4.14)$$

где $t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}$ – разница температур на входе и на выходе из отопительного прибора, °С

$G_{\text{пр}}$ –расход воды в приборе, кг/ч, определяемый по формуле:

$$G_{\text{пр}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{пом}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} \quad (4.15)$$

Затем находят число секций отопительного прибора:

$$N = \frac{F \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3} \quad (4.16)$$

где $f_{\text{сек}}$ –площадь одной секции, м², принимаемая по паспорту прибора

β_4 –коэффициент учитывающий способ установки прибора, принимается равным 1, при открытой установке прибора

β_3 – коэффициент, учитывающий взаимное облучение секций в приборе, определяется по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{0,06}{F_{\text{пр}}} \quad (4.17)$$

Тепловой расчёт отопительных приборов приведён в приложении В.

4.4 Расчёт и подбор оборудования системы отопления

Система центрального отопления присоединяется к тепловым сетям в индивидуальном тепловом пункте, который размещен в подвале здания. Схема присоединения системы – зависимая с насосом на перемычке.

Высокотемпературный теплоноситель подаётся в точку смешения под давлением в наружном трубопроводе, созданным сетевым циркуляционным насосом на тепловой станции.

Расход воды поступающей в систему отопления определяют по формуле:

$$G_{\text{CO}} = \frac{0,86 \cdot \Sigma Q_{\text{CO}} \beta_1 \beta_2}{t_{\text{r}} - t_0}, \quad (4.18)$$

где Q_{CO} – теплопотери здания

Производительность насоса определяют по формуле, т/ч:

$$G_{\text{H}} = 1,1 \cdot u \cdot \frac{G_{\text{CO}}}{u+1}, \quad (4.19)$$

где u – коэффициент смешения, характеризующий количество воды из обратной магистрали, подаваемой через насос в Т1, для создания необходимой температуры теплоносителя.

$$u = \frac{T_1 - t_{\text{r}}}{u+1}, \quad (4.20)$$

Давление, развиваемое насосом, находится по формуле:

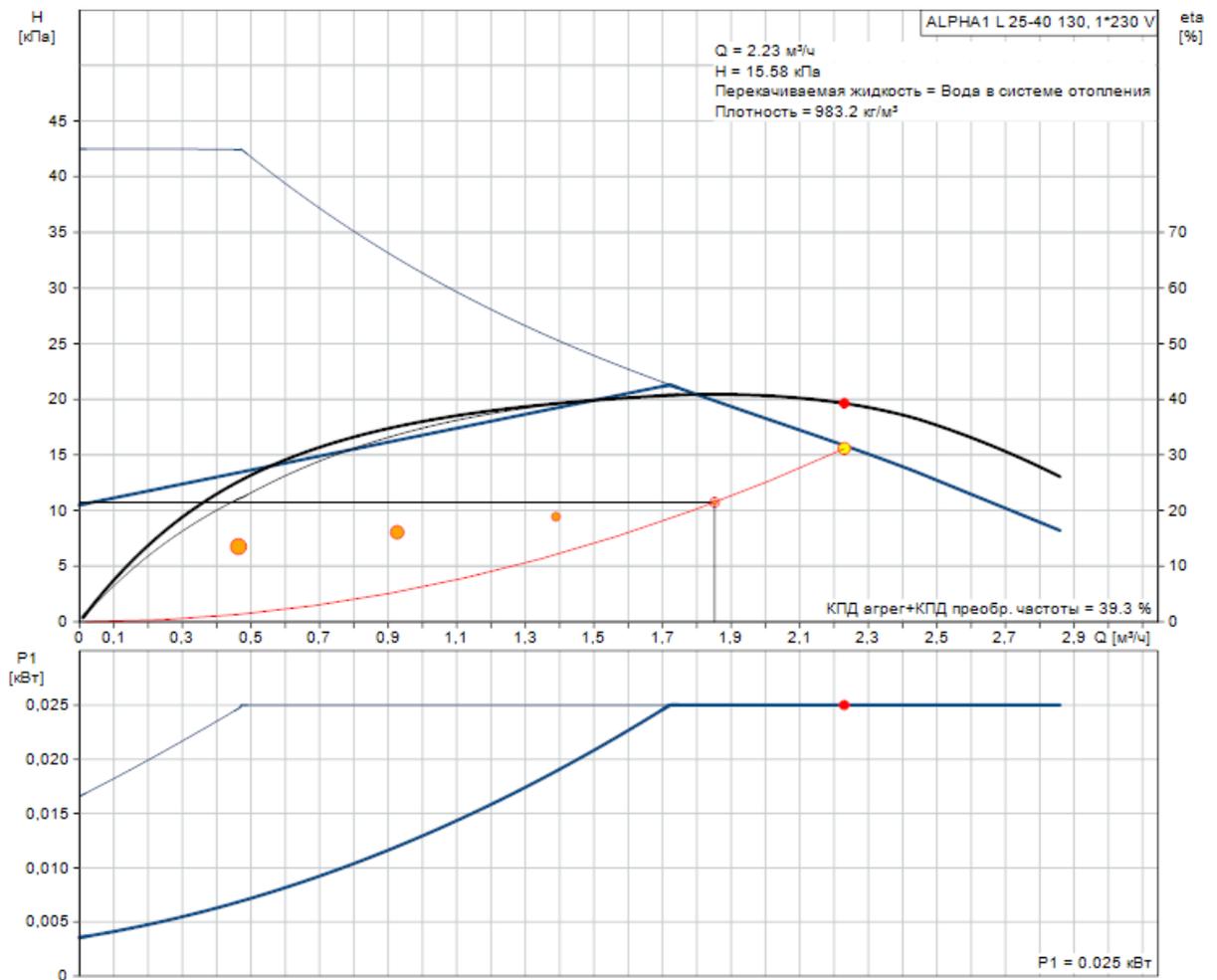
$$P_{\text{H}} = \Delta P_{\text{CO}} \cdot 1,15, \quad (4.21)$$

$$G_{\text{CO}} = \frac{0,86 \cdot 50752 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{95 - 70} = 1852 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 1,852 \text{ т/ч}$$

$$u = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2$$

$$G_{\text{H}} = 1,1 \cdot 2,2 \cdot \frac{1,852}{2,2 + 1} = 129 \text{ т/ч}$$

$$P_{\text{H}} = 9639 \cdot 1,15 = 11085 \text{ Па} = 11,1 \text{ кПа}$$



Тип ALPHA1 L 25-40 130

Кол-во 1

Расход	2.23	м³/ч (+20%)
Напор	15.85	кПа (+45%)
Мин давл. на входе	0.2	бар (60 °С, выше атмосферного)
Мощн. P1	0.025	кВт
КПД агрегата	39.3	% =КПД нас.*КПД эл.двиг
Общий КПД	39.3	% =КПД относит. рабочей точки
Потребл. энергии	79	кВт-ч/Год
Выброс CO2	45	кг/Год
Прайс-лист без НДС	97,00	UER
стоим.жизн.цикл	282	UER /15Лет

5 Контроль и автоматизация

Автоматизация – является одним из направлений научно – технического процесса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освободить человека от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций.

Автоматизация теплового пункта

Автоматизация ИТП предназначена:

- для обеспечения автоматизированного режима работы регулирующих клапанов и циркуляционных насосов систем отопления и вентиляции, электромагнитных клапанов и насоса подпитки;
- для дистанционного контроля и управления по заданным алгоритмам;
- для стабилизации эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- для улучшения качества регулирования технологических параметров;
- для оптимизации эксплуатационной деятельности;
- для обеспечения противоаварийных защит, блокировок и сигнализации.

Автоматизированная система управления индивидуальным тепловым пунктом состоит из следующих уровней:

- первый уровень: полевые контрольно-измерительные приборы (КИП), шкаф управления электродвигателями технологического оборудования, исполнительные механизмы;
- второй уровень: контроллер системы управления ИТП;

- третий уровень: сенсорная панель оператора с разработанной системой визуализации технологического процесса. Система визуализации представляет собой наглядное графическое представление технологического процесса ИТП.

Автоматизированная система управления реализует следующие основные функции:

- ручной/автоматический режим работы технологического оборудования (насосы, клапаны);

- работа ИТП по температурному графику

- настройка режимных параметров, таких как:

1. интервал смены (ротации) насосов системы отопления - для равномерного износа насосов автоматика управляет ими поочередно;

2. включение экономичного режима (например, день/ночь) для системы отопления и системы вентиляции;

3. защита от замерзания систем отопления и вентиляции;

4. настройки регуляторов систем отопления и вентиляции;

5. отображение графиков технологических параметров;

6. отображение предупредительных и аварийных состояний системы.

6 Организация монтажных работ

6.1 Необходимые работы перед монтажом систем вентиляции

Система вентиляции включает в себя приточную камеру, воздухонагреватели, фильтры для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, также вспомогательные детали.

Вспомогательные процессы при монтаже систем механической вентиляции:

- подготовка объекта к монтажу;
- приём оборудования и воздуховодов и их складирование, комплектование круглых воздуховодов, их фасонных частей и вентиляционных деталей;
- сборка и доставка деталей, узлов, элементов к месту их монтажа;
- установка креплений;
- сборка оборудования;
- монтаж магистралей, вертикальных и горизонтальных воздуховодов;
- монтаж деталей и опусков систем;
- проверка смонтированного оборудования;
- наладка и регулирование систем;
- завершение работ и сдача систем в эксплуатацию.

До начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены такие работы как:

- устройство стен, перекрытий, перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования;
- устройства фундамента и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметичных дверей и других деталей вентиляционных систем;
- пробивка отверстий для прохождения воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены;
- оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов;

- установка решёток;
- нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах;

Вышенаписанные работы должны выполняться в отдельных захватках на всём объекте[20].

6.2 Последовательность монтажа систем вентиляции

Монтаж воздуховодов выполняется в соответствии с проектными отметками привязками. Прокладка между бандажами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов[18].

Подвески воздуховодов крепятся к хомутам и их напряжение должно быть равномерным. Воздуховоды должны крепиться так, чтобы их вес не передавался на вентиляционное оборудование.

При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие требования:

1. надёжное крепление воздуховодов к строительным конструкциям здания;
2. вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 м высоты.

Объем монтажных работ представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Объем монтажных работ

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1	Монтаж воздуховодов d=355	м	8,7
	d=315	м	2,9
	d=280	м	2,9
	d=200	м	2,9
	d=160	м	12,98
	d=140	м	26,2
	d=125	м	20,1
	d=110	м	35,5
	d=100	м	209

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
	d=80	м	32
2	Монтаж диафрагм	шт	35
3	Монтаж венткамеры	шт	1
4	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	14
5	Монтаж узлов прохода через кровлю	шт	14

Трудоемкость работ определяется по формуле:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8} \text{ чел.дни} \quad (6.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час [17], [18].

V – фактический объем;

8 – продолжительность смены, час.

Результаты расчёта сводятся в таблицу 6.2

Таблица 6.2 – Ведомость затрат труда

№	Шрифт	Наименование работ	Ед. Изм	Норма времени на ед. изм	Трудоемкость захватки		Состав звена
					Объем работ	Чел.-дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ЕНиР 10-2	Монтаж приточных установок	шт	0,97	1	0,12	Монтажник систем вентиляции 6.разр.-1, 4.разр.-1, 3.разр-2.
2	ЕНиР 10-5	Монтаж воздуховодов	шт	0,65	257	20,8	Монтажник систем вентиляции 5.разр.-1, 3.разр-1, 2.разр-1.
3	ЕНиР 10-5	Монтаж диафрагм	шт	0,92	11	1,27	Монтажник систем вентиляции 4.разр.-1, 3.разр.-1
4	ЕНиР 34-27	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	2,74	4,3	1,47	Монтажник систем вентиляции 5.разр.-1, 3.разр-2.
5	ЕНиР 10-6	Монтаж узлов прохода через кровлю	шт	0,62	12	1,32	Монтажник систем вентиляции 5.разр.-1, 3.разр-1, 2.разр-1.
Итого:						24,98	
Подготовительными работами 8 %						2,00	
Пуск и регулировка систем 5 %						1,25	
Накладными расходами 10 %						2,50	
Всего:						30,73	

6.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции

Перед началом пусконаладочных испытаний, проверяют правильность установки вентиляционного оборудования, монтажа воздуховодов, устройства вентиляционных шахт и каналов; в том числе надёжность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других элементов системы.

Вентиляционная камера до начала испытаний должна непрерывно работать определённое время, исходя из паспорта оборудования или по техническим условиям[21].

При испытании проверяют на деле работоспособность системы, соответствии производительности вентилятора проектным данным проектным данным, надёжность соединений, соответствие проектным данным объема воздуха, проходящего через воздухораспределительные решетки и воздухозаборные решетки.

Величина утечек и подсоса воздуха в системе, при длине сети 50 м, не должна превышать 10°, при большей длине сети 15% от производительности вентилятора[17].

После окончания вышеперечисленных работ, составляют приёмочный акт, включающий в себя исполнительные чертежи с пояснительной частью и с документацией, со всеми новыми внесёнными изменениями, сделанными при производстве работ, акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки основных конструкций, паспорта на оборудование, акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок. Полное опробование системы вентиляции осуществляется в программе и по графику разработанным заказчиком и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

7 Безопасность и экологичность технического объекта

Монтаж системы отопления студенческого общежития осуществляется сварочным соединением трубопроводов. При монтаже трубопроводов должны соблюдаться требования безопасности, устанавливаемые строительными нормами и правилами безопасности труда в строительстве[15].

Таблица 7.1 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтаж труб	Сварка трубопроводов	Сварщик ручной сварки 4 разряда	Сварочный аппарат, газобаллонное оборудование, электроды	Газы защитные

7.1 Идентификация профессиональных рисков

При выполнении электросварочных работ могут возникнуть опасные факторы, такие как поражение током, заболевание глаз, ожоги, отравление токсичными веществами[16]. Вредные и опасные факторы, а также источник опасного и вредного фактора приводится в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный фактор	Источник опасного и вредного фактора
1	Сварка соединений трубопроводов	Физические факторы: высокая температура оборудования; опасный уровень напряжения в электрической цепи; яркость света, повышенный уровень электромагнитных излучений, уровень ультрафиолетовой радиации; химические, сварочные аэрозоли	Сварочный аппарат, защитные газы, электроды УОНИ 13/55

7.2 Методы и средства уменьшения профессиональных рисков

Место проведения сварочных работ должно удовлетворять требованиям СНиП [15].

Способы и средства снижения профессиональных рисков приводится в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Методы и средства уменьшения воздействия опасных и вредных факторов

№ п/п	Опасный и вредный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
	1	2	3
1	Физические факторы: Опасный уровень напряжения в электрической цепи; повышенный уровень электромагнитных излучений, яркость света, уровень ультрафиолетовой радиации; повышенная температура оборудования; Химические: сварочные аэрозоли	В месте проведения электросварочных работ не должно быть сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м; В электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы находящиеся под напряжением, должны быть закрыты оградителями; электросварочная установка должна присоединяться к источнику питания через автоматический выключатель; металлические части сварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на всё время сварки должны быть заземлены.	Специальная одежда предназначенная для сварки, из огнестойких материалов, кожаные ботинки с жестким подноском, краги сварщика, щит защитный лицевой, специальные перчатки с полимерным покрытием, средства индивидуальной защиты органов дыхания, противоаэрозольное.

7.3 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Во время работы с электросварочным аппаратом, могут возникнуть опасные факторы, которые могут привести к возникновению пожара [16].

Для пожарной безопасности объекта, проведена идентификация опасных факторов и определён класс пожара, разработаны меры по предотвращению пожара. результаты приведены в таблицах 7.4, 7.5, 7.6.

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок строительной площадки	Электро-сварочный аппарат	Е	Искры, пламя, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования

Таблица 7.5 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты людей при пожаре
Огнетушитель, ведро, лопата, песок	Пожарные рукава, щиты, гидранты	Средства индивидуальной защиты органов дыхания

Таблица 7.6 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Монтаж соединений стальных труб	Сварка соединений стальных труб систем отопления	Во время выполнения сварочных работ должны строго соблюдаться правила пожарной безопасности. К проведению таких видов работ допускаются лица, прошедшие в установленном порядке проверочные испытания в знании требований пожарной безопасности

Заключение

Цель бакалаврской работы состояла в проектировании и расчёте систем отопления и вентиляции студенческого общежития в городе Пенза, для обеспечения комфортной жизнедеятельности людей.

Для достижения поставленной цели были сделаны такие расчёты как:

- теплотехнический расчёт ограждающих конструкций;
- расчёт теплопотерь и теплопоступлений;
- тепловой и воздушный балансы;
- аэродинамический расчёт систем вентиляции;
- гидравлический расчёт систем отопления;
- подбор оборудования.

В работе спроектированы система приточной и вытяжной вентиляции с механическим побуждением и система отопления с тупиковым движением теплоносителя.

Выполнены такие разделы как:

- тепловая защита здания;
- проектирование системы вентиляции;
- проектирование системы отопления;
- организация монтажных работ.

Также сделано описание систем автоматизации индивидуального теплового пункта и дана оценка безопасности и экологичности технического объекта. Все расчётные разделы и все чертежи были сделаны согласно нормативным документам. Цель работы была достигнута.

Список используемых источников

1. СП 131.13330.2012 - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. – 01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. СП 44.13330.2011 - Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 [Электронный ресурс]. – Введ. 2011.- 05. – 20. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087>
3. ГОСТ 12.1.005-88*. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Стандартинформ, 2008.-78 с.
4. СП 50.13330.2012 - Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 07. – 01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
5. Малявина, Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.:АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с.
6. СП 60.13330.2012 - Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. – 01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>
7. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.
8. Кучеренко, М.Н. Вентиляция общественного здания : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Вентиляция» / М.Н. Кучеренкою- Тольятти : ТГУ, 2008.- 48с.
9. Внутренние санитарно технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1/В.Н. Павлова и Ю.И.

Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1992.-319 с.: ил.-
(Справочник проектировщика).

10. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий / А.И. Ерёмкин, Т.И. Королева.- М.:АСВ, 2003.

11. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054198>.

12. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>.

Сборник ГЭСН-20 Вентиляция и кондиционирование воздуха. – Режим доступа: https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn_20.php.

14. ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200142447>.

15. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Режим доступа - <http://docs.cntd.ru/document/901794520>.

16. Постановление Госстроя РФ от 23.07.2001 № 80 « О принятии строительных норм и правил Российской Федерации «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. СНиП 12.03.2001». Режим доступа - <http://docs.cntd.ru/document/901794520>.

17. ГЭСН Сборник 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Режим доступа – https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn_20.php.

18. ЕНИР Сборник Е34. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации. Режим доступа – <https://meganorm.ru/Data1/2/2090/index.htm>.

19. Шумилов, Р.Н. Проектирование систем вентиляции и отопления: учебное пособие / Р.Н Шумилов, Ю.И. Толстова, А.Н. Бояршинова.- 2е изд., испр.и доп. – Санкт-Петербург. Режим доступа - <https://e.lanbook.com/book/52614>.

20. Маслова Н.В. Организация и планирование строительства: учеб.-метод. пособие / Н.В Маслова ; ТГУ; Архитектурно-строит. ин-т; каф. «Пром. и гражд. стр-во».- ТГУ.- Тольятти: ТГУ,2012.-103с. Режим доступа - <http://hdl.handle.net/123456789/361>.

21. Стандарты безопасности труда в строительстве: сб. нормат. актов и документов/ [сост. Ю. В. Хлистун].- Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 762 с. Режим доступа - <http://www.iprbookshop.ru/30280.html>.

Приложение А
Расчёт тепловых потерь

Таблица А.1 – Расчёт тепловых потерь

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции							Основные теплопотери через ограждения Q, Вт	Добавочные теплопотери,		коэффициент (1+β)	Теплопотери, Вт		
		наименование	ориентация	размеры, м		площадь A, м ²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м ² *°С	Δt = (t _в - t _н)		на ориентацию	прочие		Через ограждения с учетом добавочных Q(1+Σβ)	на инфильтрацию Q _{инф}	расчетные Q ₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													691	0	691
102	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													691	0	691
103	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													691	0	691
104	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													691	0	641
105	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													691	0	641
106	Зал	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,1		1,1	132		
19		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,1		1,1	458		
		П		4,50	6,85	30,83	0,31	14,00	133,78			1	134		
													723	0	723
107	Прачечная	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	44,00	114,64	0,05		1,05	120		
17		НС	Ю	6,85	2,96	20,28	0,25	44,00	223,04	0		1	223		
		О	З	2,07	1,40	2,90	3,12	44,00	397,84	0,05		1,05	418		
		П		4,50	6,85	30,83	0,31	12,00	114,67			1	115		
													876	1348	2224
108	Спальня	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	З	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		П		4,50	6,85	30,83	0,31	15,00	143,34			1	143		
													718	0	718
109	ЖК	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		П		4,50	3,36	15,12	0,31	15,00	70,31			1	70		
													645	0	645
110	кухня	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05	126		
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05	437		
		П		4,50	6,85	30,83	0,31	14,00	133,78			1	134		
													696	0	696
111	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													664	0	664
112	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		П		4,24	4,50	19,08	0,31	15,00	88,72			1	89		
													664	0	664
113	Ком. для занятий	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05	126		
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05	437		
		П		5,34	4,50	24,03	0,31	14,00	104,29			1	104		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
													667	0	667
114	К.для отдыха	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	48,00	125,06	0,05		1,05	131		
21		НС	С	6,85	2,96	20,28	0,25	48,00	243,31	0,1		1,1	268		
		О	З	2,07	1,40	2,90	3,12	48,00	434,00	0,05		1,05	456		
		П		4,50	6,85	30,83	0,31	16,00	152,89			1	153		
													1008	0	1008
К1	коридор	НС	Ю	2,05	2,96	6,07	0,25	46,00	69,78	0		1	70		
	19	НС	В	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
		НС	З	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
		П		43,20	2,05	88,56	0,20	46,00	814,75			1	815		
													1192	1322	2514
201	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,10		1,10	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,10		1,10	467		
													602	0	602
202	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,10		1,10	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,10		1,10	467		
													602	0	602
203	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,10		1,10	135		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,10		1,10	467		
													602	0	602
204	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,10		1,10	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,10		1,10	467		
													602	0	602
205	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,10		1,10	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,10		1,10	467		
													602	0	602
206	Зал	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,10		1,10	132		
19		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,10		1,10	458		
													589	0	589
207	Прачечная	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	44,00	114,64	0,05		1,05	120		
17		НС	Ю	6,85	2,96	20,28	0,25	44,00	223,04	0,00		1,00	223		
		О	З	2,07	1,40	2,90	3,12	44,00	397,84	0,05		1,05	418		
													761	1348	2109
208	Спальня	НС	З	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	З	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
													575	0	575

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
209	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
													575	0	575
210	кухня	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05	126		
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05	437		
													563	0	563
211	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
													563	0	563
212	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
													575		575
213	К. для занятий	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05	126		
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05	437		
													563		563
214	К.для отдыха	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	48,00	125,06	0,05		1,05	131		
21		НС	С	6,85	2,96	20,28	0,25	48,00	243,31	0,10		1,10	268		
		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	48,00	434,00	0,05		1,05	456		
													855	0	855

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
К2	коридор	НС	Ю	2,05	2,96	6,07	0,25	46,00	69,78	0		1	70		
	19	НС	В	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
		НС	3	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
													377	1322	1699
401	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													765	0	765
402	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													765	0	765
403	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													765	0	765
404	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													765	0	765
405	ЖК	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,1		1,1	135		
20		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,1		1,1	467		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													765	0	765
406	Зал	НС	В	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,1		1,1	132		
19		О	В	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,1		1,1	458		
		ПТ		4,50	6,85	30,83	0,20	41,30	257,16			1	257		
													847	0	847
407	Прачечная	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	44,00	114,64	0,05		1,05	120		
21		НС	Ю	6,85	2,96	20,28	0,25	44,00	223,04	0		1	223		
		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	44,00	397,84	0,05		1,05	418		
		ПТ		4,50	6,85	30,83	0,20	39,30	244,71			1	245		
													1006	1348	2354
408	Спальня	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		ПТ		4,50	6,85	30,83	0,20	42,30	263,39			1	263		
													838	0	838
409	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		ПТ		4,50	3,36	15,12	0,20	42,30	129,19			1	129		
													704	0	704
410	кухня	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05	126		
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05	437		
		ПТ		4,50	6,85	30,83	0,20	41,30	257,16			1	257		
													820	0	820
411	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													738	0	738
412	ЖК	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	47,00	122,46	0,05		1,05	129		
20		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	47,00	424,96	0,05		1,05	446		
		ПТ		4,24	4,50	19,08	0,20	42,30	163,03			1	163		
													738	0	738

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
413	ком для занятий	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	46,00	119,85	0,05		1,05			
19		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	46,00	415,92	0,05		1,05			
		ПТ		5,34	4,50	24,03	0,20	41,30	200,47			1			
													763	0	763
414	К.для отдыха	НС	3	4,50	2,96	10,42	0,25	48,00	125,06	0,05		1,05	131		
21		НС	С	6,85	2,96	20,28	0,25	48,00	243,31	0,10		1,1	268		
		О	3	2,07	1,40	2,90	3,12	48,00	434,00	0,05		1,05	456		
		ПТ		4,50	6,85	30,83	0,20	43,30	269,61			1	270		
													1124	0	1124
К4	коридор	НС	Ю	2,05	2,96	6,07	0,25	46,00	69,78	0		1	70		
	19	НС	В	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
		НС	3	4,30	2,96	12,73	0,25	46,00	146,37	0,05		1,05	154		
		П		43,20	2,05	88,56	0,31	46,00	1262,87			1	1263		
		ПТ		43,20	2,05	88,56	0,20	27,00	478,22			1	478		
													2118	1322	3440
А	ЛК1	НС	В	4,65	12,30	57,20	0,25	43,00	614,85	0,05		1,05	646		
	16	НС	Ю	4,86	12,30	59,78	0,25	43,00	642,61	0		1	643		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		О	В	1,17	1,16	4,07	1,56	43,00	273,02	0,05		1,05	287		
		НД	Ю	2,00	0,80	1,60	1,05	43,00	72,24	0		1	72		
		ПТ		4,65	4,86	22,60	0,20	38,30	173,11			1	173		
		П		4,65	4,86	22,60	0,31	43,00	301,24			1	301		
													2121	5077	7198
Б	ЛК2	НС	В	4,65	12,30	57,20	0,25	43,00	614,85	0,05		1,05	646		
	16	НС	С	4,86	12,30	59,78	0,25	43,00	642,61	0,1		1,1	707		
		О	В	1,17	1,16	4,07	1,56	43,00	273,02	0,05		1,05	287		
		НД	С	2,00	0,80	1,60	1,05	43,00	72,24	0,1		1,1	79		
		ПТ		4,65	4,86	22,60	0,20	38,30	173,11			1	173		
		П		4,65	4,86	22,60	0,31	43,00	301,24			1	301		
													2121	5077	7269

Приложение Б

Аэродинамический расчёт

Таблица Б.1 – Аэродинамический расчёт систем П1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П1 (Магистраль)												
1	73	6,61	100	0,0079	2,6	1,546	10,22	2,08	4,1	8,528	18,75	18,75
2	130	1,66	100	0,0079	4,6	3,216	5,34	0,55	13,2	7,26	12,60	31,35
3	190	3,1	110	0,0095	5,6	4,056	12,57	0,5	18,2	9,1	21,67	53,02
4	247	2,04	110	0,0095	7,2	6,193	12,63	0,42	31,4	13,188	25,82	78,84
5	304	3,03	125	0,0123	6,9	3,520	10,67	0,42	28,7	12,054	22,72	101,56
6	361	1,76	140	0,0154	6,5	4,033	7,10	0,51	26,4	13,464	20,56	122,12
7	418	2,05	140	0,0154	7,5	5,335	10,94	0,51	33,8	17,238	28,17	150,30
14	790	2,9	200	0,0314	7,0	3,042	8,82	0,45	29,4	13,23	22,05	172,35
28	1580	2,9	280	0,0615	7,1	2,310	6,70	0,42	30,6	12,852	19,55	191,90
42	2370	2,9	315	0,0779	8,5	2,532	7,34	0,4	42,8	17,12	24,46	216,36
56	3160	8,66	355	0,0989	8,9	2,446	21,18	0,7	47,28	33,096	54,28	270,64
Невязка уч. 1-57: $((13,36-18,75)/18,75) \cdot 100 = -28,7\%$ не допускается $\xi = ((18,75-13,36)/2,5) = 2,1; d_d = 77,5$												
Невязка уч. 2-58: $((24,77-31,35)/31,35) \cdot 100 = -21\%$ не допускается $\xi = ((31,35-24,77)/2,5) = 2,6; d_d = 70$												
Невязка уч. 3-59: $((41,90-53,02)/53,02) \cdot 100 = -21\%$ не допускается $\xi = ((53,02-41,90)/2,5) = 4,4; d_d = 75$												
Невязка уч. 4-60: $((69,18-78,84)/78,84) \cdot 100 = 12,2\%$ допускается												
Невязка уч. 5-61: $((97,53-101,56)/101,56) \cdot 100 = -4\%$ допускается												
Невязка уч. 6-62: $((115,98-122,12)/122,12) \cdot 100 = -5\%$ допускается												
Невязка уч. 14-28: $((191,90-172,35)/191,90) \cdot 100 = 11,3\%$ допускается												
Невязка уч. 42-56: $((270,64-216,36)/216,36) \cdot 100 = 25\%$ не допускается $\xi = ((270,64-216,36)/48,8) = 1,3; d_d = 285$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ветка А												
13	63	6,25	100	0,00785	2,2	1,112	6,95	2,08	3,09	6,4272	13,38	13,38
12	155	5,3	110	0,009499	4,5	2,854	15,13	0,55	12,1	6,655	21,78	35,16
11	198	0,97	125	0,012266	4,5	2,393	2,32	0,42	11,9	4,998	7,32	42,48
10	255	1,3	140	0,015386	4,6	4,506	5,86	0,51	12,9	6,579	12,44	54,91
9	315	3,18	160	0,020096	4,4	2,859	9,09	0,51	11,2	5,712	14,80	69,72
8	372	1,35	160	0,020096	5,1	2,449	3,31	0,82	16	13,12	16,43	86,14
Невязка уч. 13-67: $((12,02-13,38)/ 13,38) \cdot 100 = -10,2\%$ допускается												
Невязка уч. 12-66: $((27,93-35,16)/ 35,16) \cdot 100 = -20,6\%$ не допускается $\xi = ((35,16-27,93)/1,5) = 4,8; d_d = 74$												
Невязка уч. 11-65: $((48,17-42,48)/ 42,48) \cdot 100 = 13,4\%$ допускается												
Невязка уч. 10-64: $((62,81-54,91)/ 54,91) \cdot 100 = 14\%$ допускается												
Невязка уч. 9-63: $((77,31-69,72)/ 69,72) \cdot 100 = -10,9\%$ допускается												
Невязка уч. 7-8: $((86,14-150,30)/ 150,30) \cdot 100 = -42,7\%$ не допускается $\xi = ((150,30-86,14)/2,5) = 4; d_d = 97$												
Ветка Б												
27	73	6,61	100	0,0079	2,6	1,546	10,22	1,92	4,1	7,872	18,09	18,09
26	130	1,66	100	0,0079	4,6	3,216	5,34	0,51	13,2	6,732	12,07	30,16
25	190	3,1	110	0,0095	5,6	4,056	12,57	0,54	18,2	9,828	22,40	52,56
24	247	2,04	125	0,0123	5,6	3,520	7,18	0,54	18,2	9,828	17,01	69,57
23	304	3,03	140	0,0154	5,5	3,008	9,11	0,41	18,2	7,462	16,58	86,15
22	361	1,76	160	0,0201	5,0	2,149	3,78	0,4	15	6	9,78	95,93
21	418	2,05	180	0,0254	4,6	1,843	3,78	0,38	15,5	5,89	9,67	105,60
Невязка уч. 27-78: $((13,36-18,09)/ 18,09) \cdot 100 = -26\%$ не допускается $\xi = ((18,09-13,36)/2,5) = 4,8; d_d = 74$												
Невязка уч. 26-77: $((21,45-30,16)/ 30,16) \cdot 100 = -28,9\%$ не допускается $\xi = ((30,16-21,45)/2,5) = 3,5; d_d = 71$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 25-76: $((38,58-52,56)/ 52,56) \cdot 100 = -26,6\%$ не допускается $\xi = ((52,56-38,58)/2,5) = 5,6; d_d = 73$												
Невязка уч. 24-75: $((65,86-69,57)/ 69,57) \cdot 100 = -5,3\%$ допускается												
Невязка уч. 23-74: $((94,21-86,15)/ 86,15) \cdot 100 = -9,4\%$ допускается												
Невязка уч. 22-73: $((104,55-95,93)/ 95,93) \cdot 100 = 9\%$ допускается												
Ветка В												
15	63	6,25	100	0,00785	2,2	1,112	6,95	2,08	3,09	6,4272	13,38	13,38
16	155	5,3	110	0,009499	4,5	2,854	15,13	0,55	12,1	6,655	21,78	35,16
17	198	0,97	125	0,012266	4,5	2,393	2,32	0,42	11,9	4,998	7,32	42,48
18	255	1,3	140	0,015386	4,6	2,506	3,26	0,51	12,9	6,579	9,84	52,31
19	315	3,18	140	0,015386	5,7	1,759	5,59	0,51	19,6	9,996	15,59	67,90
20	372	1,35	160	0,020096	5,1	2,449	3,31	0,54	16	8,64	11,95	79,85
Невязка уч. 15-68: $((9,01-13,38)/ 13,38) \cdot 100 = -32,7\%$ не допускается $\xi = ((13,38-9,01)/4,3) = 1; d_d = 82$												
Невязка уч. 16-69: $((23,87-35,16)/ 35,16) \cdot 100 = -32,1\%$ не допускается $\xi = ((35,16-23,87)/1,5) = 14; d_d = 67$												
Невязка уч. 17-70: $((38,62-42,48)/ 42,48) \cdot 100 = -9,1\%$ допускается												
Невязка уч. 18-71: $((51,51-52,31)/ 52,31) \cdot 100 = -1,5\%$ допускается												
Невязка уч. 19-72: $((66-67,90)/ 67,90) \cdot 100 = -2,8\%$ допускается												
Невязка уч. 21-20: $((71,85-105,60)/ 105,60) \cdot 100 = -24,4\%$ не допускается $\xi = ((105,60-71,85)/16) = 1,6; d_d = 148$												
Ветка Г												
29	73	6,61	100	0,0079	2,6	1,546	10,22	1,92	4,1	7,872	18,09	18,09
30	130	1,66	100	0,0079	4,6	3,216	5,34	0,47	13,2	6,204	11,54	29,63
31	190	3,1	110	0,0095	5,6	4,056	12,57	0,47	18,2	8,554	21,13	50,76
32	247	2,04	110	0,0095	7,2	6,193	12,63	0,4	31,4	12,56	25,19	75,95
33	304	3,03	125	0,0123	6,9	3,520	10,67	0,41	28,7	11,767	22,43	98,39
34	361	1,76	140	0,0154	6,5	4,033	7,10	0,41	26,4	10,824	17,92	116,31

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
35	418	2,05	140	0,0154	7,5	5,335	10,94	0,41	33,8	13,858	24,79	141,10
Невязка уч. 29-79: $((11,60-18,09)/ 18,09) \cdot 100 = -35,9\%$ не допускается $\xi = ((18,09-11,60)/2,5) = 2,6; d_d = 75$												
Невязка уч. 30-80: $((23,87-35,16)/ 35,16) \cdot 100 = -32,1\%$ не допускается $\xi = ((35,16-23,87)/1,5) = 14; d_d = 67$												
Невязка уч. 31-81: $((33,31-50,76)/ 50,76) \cdot 100 = -34,4\%$ не допускается $\xi = ((50,76-33,31)/2,5) = 7; d_d = 71$												
Невязка уч. 32-82: $((58,84-75,95)/ 75,95) \cdot 100 = -22,2\%$ не допускается $\xi = ((75,95-58,84)/2,5) = 6,8; d_d = 77$												
Невязка уч. 33-83: $((85,43-98,39)/ 98,39) \cdot 100 = -13,2\%$ допускается												
Невязка уч. 34-84: $((102,12-116,31)/ 116,31) \cdot 100 = -12,2\%$ допускается												
Ветка Д												
41	63	6,25	100	0,00785	2,2	1,112	6,95	2,08	3,09	6,4272	13,38	13,38
40	155	5,3	110	0,009499	4,5	2,854	15,13	0,55	12,1	6,655	21,78	35,16
39	198	0,97	125	0,012266	4,5	2,393	2,32	0,42	11,9	4,998	7,32	42,48
38	255	1,3	140	0,015386	4,6	2,506	3,26	0,51	12,9	6,579	9,84	52,31
37	315	3,18	160	0,020096	4,4	1,759	5,59	0,51	11,2	5,712	11,31	63,62
36	372	1,35	160	0,020096	5,1	2,449	3,31	0,46	16	7,36	10,67	74,29
Невязка уч. 41-89: $((9,01-13,38)/ 13,38) \cdot 100 = -32,7\%$ не допускается $\xi = ((13,38-9,01)/4,3) = 1; d_d = 82$												
Невязка уч. 40-88: $((23,87-35,16)/ 35,16) \cdot 100 = -32,1\%$ не допускается $\xi = ((35,16-23,87)/1,5) = 14; d_d = 67$												
Невязка уч. 39-87: $((42,36-42,48)/ 42,48) \cdot 100 = -0,3\%$ допускается												
Невязка уч. 38-86: $((55,25-52,31)/ 52,31) \cdot 100 = -5,6\%$ допускается												
Невязка уч. 37-85: $((69,74-63,62)/ 63,62) \cdot 100 = 9,6\%$ допускается												
Невязка уч. 35-36: $((74,29-141,10)/ 141,10) \cdot 100 = -47,4\%$ не допускается $\xi = ((141,10-74,29)/16) = 1; d_d = 112$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ветка Ж												
43	73	6,61	100	0,0079	2,6	1,546	10,22	1,96	4,1	8,036	18,26	18,26
44	130	1,66	100	0,0079	4,6	3,216	5,34	0,41	13,2	5,412	10,75	29,01
45	190	3,1	110	0,0095	5,6	4,056	12,57	0,41	18,2	7,462	20,04	49,04
46	247	2,04	110	0,0095	7,2	6,193	12,63	0,42	31,4	13,188	25,82	74,86
47	304	3,03	125	0,0123	6,9	3,520	10,67	0,42	28,7	12,054	22,72	97,58
48	361	1,76	140	0,0154	6,5	4,033	7,10	0,51	26,4	13,464	20,56	118,14
49	418	2,05	140	0,0154	7,5	5,335	10,94	0,51	33,8	17,238	28,17	146,32
Невязка уч. 43-90: $((12,61-18,26)/ 18,26) \cdot 100 = -30,9\%$ не допускается $\xi = ((18,26-12,61)/2,4) = 2,6; d_d = 82$												
Невязка уч. 44-91: $((20,19-29,01)/ 29,01) \cdot 100 = -30,4\%$ не допускается $\xi = ((29,01-20,19)/2,5) = 2,4; d_d = 82$												
Невязка уч. 45-92: $((37,07-49,04)/ 49,04) \cdot 100 = -24,4\%$ не допускается $\xi = ((49,04-37,07)/2,5) = 4,8; d_d = 84$												
Невязка уч. 46-93: $((62,60-74,86)/ 74,86) \cdot 100 = -16,4\%$ не допускается $\xi = ((74,86-62,60)/2,5) = 4,9; d_d = 85$												
Невязка уч. 47-94: $((89,19-97,58)/ 97,58) \cdot 100 = -8,6\%$ допускается												
Невязка уч. 48-95: $((105,89-118,14)/ 118,14) \cdot 100 = -10,4\%$ допускается												
Ветка З												
55	63	6,25	100	0,00785	2,2	1,112	6,95	1,7	3,09	5,253	12,20	12,20
54	155	5,3	110	0,009499	4,5	2,854	15,13	0,7	12,1	8,47	23,60	35,80
53	198	0,97	125	0,012266	4,5	2,393	2,32	0,42	11,9	4,998	7,32	43,12
52	255	1,3	140	0,015386	4,6	2,506	3,26	0,45	12,9	5,805	9,06	52,18
51	315	3,18	160	0,020096	4,4	1,759	5,59	0,45	11,2	5,04	10,63	62,81
50	372	1,35	160	0,020096	5,1	2,449	3,31	0,46	16	7,36	10,67	73,48
Невязка уч. 55-100: $((11,59-12,20)/ 12,20) \cdot 100 = -5\%$ допускается												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 54-99: $((27,50-35,80)/35,80) \cdot 100 = -23,2\%$ не допускается $\xi = ((35,80-27,50)/1,5) = 5,5; d_d = 73$												
Невязка уч. 53-98: $((47,49-43,12)/43,12) \cdot 100 = 10,1\%$ допускается												
Невязка уч. 52-97: $((57,37-52,18)/52,18) \cdot 100 = 9,9\%$ допускается												
Невязка уч. 51-96: $((68,85-62,81)/62,81) \cdot 100 = -9,6\%$ допускается												
Невязка уч. 49-50: $((73,48-146,32)/146,32) \cdot 100 = -49,8\%$ не допускается $\xi = ((146,32-73,48)/16) = 4,6; d_d = 109$												
Ответвления А												
57	57	6,61	100	0,0079	2,0	1,072	7,09	2,5	2,5	6,275	13,36	13,36
58	60	1,66	100	0,0079	2,1	3,092	5,13	2,5	2,5	6,275	11,41	24,77
59	57	3,1	100	0,0079	2,0	1,072	3,32	5,5	2,5	13,805	17,13	41,90
60	57	2,04	100	0,0079	2,0	1,072	2,19	10	2,5	25,100	27,29	69,18
61	57	3,03	100	0,0079	2,0	1,072	3,25	10	2,5	25,100	28,35	97,53
62	57	1,76	100	0,0079	2,0	1,072	1,89	6,6	2,5	16,566	18,45	115,98
Ответвления Б												
67	92	0,9	110	0,0095	2,7	1,410	1,27	2,5	4,3	10,750	12,02	12,02
66	43	5,43	100	0,0079	1,5	0,527	2,86	8,7	1,5	13,050	15,91	27,93
65	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	6,6	2,5	16,500	20,24	48,17
64	60	1,96	100	0,0079	2,1	1,092	2,14	5,0	2,5	12,500	14,64	62,81
63	57	3,49	100	0,0079	2,0	0,572	2,00	5,0	2,5	12,500	14,50	77,31
Ответвления В												
68	92	0,9	110	0,0095	2,7	1,410	1,27	1,8	4,3	7,740	9,01	9,01
69	43	5,43	100	0,0079	1,5	0,527	2,86	8	1,5	12,000	14,86	23,87
70	57	3,49	100	0,0079	2,0	0,000	0,00	5,9	2,5	14,750	14,75	38,62
71	60	1,96	100	0,0079	2,1	1,092	2,14	4,3	2,5	10,750	12,89	51,51
72	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	4,3	2,5	10,750	14,49	66,00

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвления Г												
78	57	6,61	100	0,0079	2,0	1,072	7,09	2,5	2,5	6,275	13,36	13,36
77	60	1,66	100	0,0079	2,1	1,092	1,81	2,5	2,5	6,275	8,09	21,45
76	57	3,1	100	0,0079	2,0	1,072	3,32	5,5	2,5	13,805	17,13	38,58
75	57	2,04	100	0,0079	2,0	1,072	2,19	10	2,5	25,100	27,29	65,86
74	57	3,03	100	0,0079	2,0	1,072	3,25	10	2,5	25,100	28,35	94,21
73	57	1,76	100	0,0079	2,0	1,072	1,89	6,5	1,3	8,450	10,34	104,55
Ответвления Д												
79	57	6,61	100	0,0079	2,0	1,072	7,09	1,8	2,5	4,518	11,60	11,60
80	60	1,66	100	0,0079	2,1	1,092	1,81	1,8	2,5	4,518	6,33	17,93
81	57	3,1	100	0,0079	2,0	1,072	3,32	4,8	2,5	12,048	15,37	33,31
82	57	2,04	100	0,0079	2,0	1,072	2,19	9,3	2,5	23,343	25,53	58,84
83	57	3,03	100	0,0079	2,0	1,072	3,25	9,3	2,5	23,343	26,59	85,43
84	57	1,76	100	0,0079	2,0	1,072	1,89	5,9	2,5	14,809	16,70	102,12
Ответвления Е												
89	92	0,9	110	0,0095	2,7	1,410	1,27	1,8	4,3	7,740	9,01	9,01
88	43	5,43	100	0,0079	1,5	0,527	2,86	8	1,5	12,000	14,86	23,87
87	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	5,9	2,5	14,750	18,49	42,36
86	60	1,96	100	0,0079	2,1	1,092	2,14	4,3	2,5	10,750	12,89	55,25
85	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	4,3	2,5	10,750	14,49	69,74
Ответвления Ж												
90	57	6,61	100	0,0079	2,0	1,072	7,09	2,3	2,4	5,520	12,61	12,61
91	60	1,66	100	0,0079	2,1	1,092	1,81	2,3	2,5	5,773	7,59	20,19
92	57	3,1	100	0,0079	2,0	1,072	3,32	5,4	2,5	13,554	16,88	37,07
93	57	2,04	100	0,0079	2,0	1,072	2,19	9,3	2,5	23,343	25,53	62,60
94	57	3,03	100	0,0079	2,0	1,072	3,25	9,3	2,5	23,343	26,59	89,19
95	57	1,76	100	0,0079	2,0	1,072	1,89	5,9	2,5	14,809	16,70	105,89

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ответвления 3												
100	92	0,9	110	0,0095	2,7	1,410	1,27	2,4	4,3	10,320	11,59	11,59
99	43	5,43	100	0,0079	1,5	0,527	2,86	8,7	1,5	13,050	15,91	27,50
98	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	6,5	2,5	16,250	19,99	47,49
97	60	1,96	100	0,0079	2,1	1,092	2,14	4,3	1,8	7,740	9,88	57,37
96	57	3,49	100	0,0079	2,0	1,072	3,74	4,3	1,8	7,740	11,48	68,85

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.2 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В2

№ уч.	L, м³/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В2 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70

Продолжение таблицы 3.4 Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/ 10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 6-14: $((13,26-16,44)/ 16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/ 25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/ 16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												

Таблица Б.3 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции ВЗ

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЗ (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/ 3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/ 10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/ 15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/ 10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/ 16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/ 25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.4 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В4

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
В4 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/ 3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/ 10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается, $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/ 15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/ 10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Таблица Б.5 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В5

№ уч.	L, м³/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В5 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/ 3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/ 10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/ 15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/ 10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/ 16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/ 25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Таблица Б.6 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В6

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \zeta$	$p_{дин},$ Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z),$ Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В6 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	3,8	1,14	6,34	10,17

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	3,8	1,14	4,98	15,15
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,6	7,3	4,38	5,65	20,80
Ответвление												
5	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	3,55
6	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	7,10
7	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	10,65
Невязка уч. 8-9: $((3,55-3,82)/3,82) \cdot 100 = -7,1\%$ допускается												
Невязка уч. 2-6: $((7,10-10,17)/10,17) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((10,17-7,10)/1,2) = 2,6; d_d = 73$												
Невязка уч. 3-7: $((10,65-15,15)/15,15) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((15,15-10,65)/1,2) = 3,7; d_d = 77$												

Таблица Б.7 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В7

№ уч.	L, м³/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В7 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	3,8	1,14	6,34	10,17
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	3,8	1,14	4,98	15,15
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,6	7,3	4,38	5,65	20,80
Ответвление												
5	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	3,55
6	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	7,10
7	25	0,35	80	0,00502	1,4	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	10,65

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 8-9: $((3,55-3,82)/3,82) \cdot 100 = -7,1\%$ допускается												
Невязка уч. 2-6: $((7,10-10,17)/10,17) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((10,17-7,10)/1,2) = 2,6; d_d = 73$												
Невязка уч. 3-7: $((10,65-15,15)/15,15) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((15,15-10,65)/1,2) = 3,7; d_d = 77$												

Таблица Б.8 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В8

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В8 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 6-14: $((13,26-16,44)/16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Таблица Б.9 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В9

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σξ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В9 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Таблица Б.10 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В10

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma\zeta$	$p_{дин},$ Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z),$ Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В10 (Магистраль)												
1	60	2,8	80	0,00502	3,3	1,294	3,62	1,9	6,35	12,065	15,69	15,69
2	120	2,55	100	0,00785	4,2	1,782	4,54	0,3	11,3	3,39	7,93	23,62
3	180	2,55	125	0,01227	4,1	2,983	7,61	0,3	9,6	2,88	10,49	34,11
4	240	0,81	140	0,01539	4,3	1,116	0,90	0,3	12,1	3,63	4,53	38,64
Ответвление												
5	60	0,35	80	0,00502	3,32	3,572	1,25	3,7	1,2	4,44	5,69	5,69
6	60	0,35	80	0,00502	3,32	3,572	1,25	3,7	1,2	4,44	5,69	11,38
7	60	0,35	80	0,00502	3,32	3,572	1,25	3,7	1,2	4,44	5,69	17,07
Невязка уч. 1-5: $((5,69-15,69)/15,69) \cdot 100 = -63,7\%$ не допускается $\xi = ((15,69-5,69)/1,2) = 8,3; d_d = 53$												
Невязка уч. 2-6: $((11,38-23,62)/23,62) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((23,62-11,38)/1,2) = 10,2; d_d = 60$												
Невязка уч. 3-7: $((17,07-34,11)/34,11) \cdot 100 = -30\%$ не допускается $\xi = ((34,11-17,07)/1,2) = 14; d_d = 71$												

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.11 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В11

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В11 (Магистраль)												
1	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	1,9	1,2	2,28	3,82	3,82
2	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	10,32
3	75	2,55	100	0,00785	2,7	1,506	3,84	0,3	4,3	1,29	5,13	15,45
4	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	7,3	4,745	6,02	21,47
9	200	0,9	110	0,00950	5,8	6,975	6,28	0,35	29,4	10,29	16,57	38,03
Ветка А												
5	25	2,8	80	0,00502	1,4	0,551	1,54	2,5	1,2	3	4,54	4,54
6	50	2,55	80	0,00502	2,8	2,041	5,20	0,3	4,3	1,29	6,49	11,04
7	75	2,55	80	0,00502	4,1	4,12	10,51	0,3	10,2	3,06	13,57	24,60
8	100	0,81	100	0,00785	3,5	1,572	1,27	0,65	10,5	6,825	8,10	32,70
Ответвления												
10	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	3,73
11	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	7,47
12	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	9,22
13	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	1,3	1,2	1,56	1,75	10,97
14	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	14,70
15	25	0,35	80	0,00502	1,4	0,551	0,19	2,95	1,2	3,54	3,73	18,44
Невязка уч. 1-10: $((3,73-3,72)/ 3,72) \cdot 100 = -2,35\%$ допускается												
Невязка уч. 2-11: $((7,47-10,32)/ 10,32) \cdot 100 = -27,64\%$ не допускается $\xi = ((10,32-7,47)/1,5) = 5,2; d_d = 68$												
Невязка уч. 3-12: $((9,22-15,45)/ 15,45) \cdot 100 = -40,32\%$ не допускается $\xi = ((15,45-9,22)/1,2) = 5,2; d_d = 68$												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Невязка уч. 4-9: $((21,47-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((38,03-21,47)/7,3) = 2,3; d_d = 85$												
Невязка уч. 5-13: $((10,97-10,14)/ 10,14) \cdot 100 = 8,2\%$ допускается												
Невязка уч. 5-13: $((13,26-16,44)/ 16,44) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((16,44-13,26)/1,2) = 4,7; d_d = 69$												
Невязка уч. 7-15: $((17-25,10)/ 25,10) \cdot 100 = -43,56\%$ не допускается $\xi = ((25,10-17)/1,2) = 6,8; d_d = 70$												
Невязка уч. 8-9: $((33,20-38,03)/ 38,03) \cdot 100 = 12,7\%$ допускается												

Таблица Б.12 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В12

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \zeta$	$p_{дин}$, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z)$, Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В12 (Магистраль)												
1	17,2	2,8	80	0,00502	1,0	0,3063	0,86	1,9	0,6	1,14	2,00	2,00
2	34,4	2,55	80	0,00502	1,9	0,9152	2,33	0,3	2,1	0,63	2,96	4,96
3	51,6	2,55	100	0,00785	1,8	0,7499	1,91	0,3	6,32	1,896	3,81	8,77
4	68,8	0,81	100	0,00785	2,4	0,952	0,77	0,6	3,6	2,16	2,93	11,70
Ответвления												
5	17,2	0,35	80	0,00502	1,0	1,572	0,55	1,4	1,2	1,68	2,23	2,23
6	17,2	0,35	80	0,00502	1,0	1,572	0,55	1,8	1,2	2,16	2,71	4,94
7	17,2	0,35	80	0,00502	1,0	1,572	0,55	2,5	1,2	3	3,55	8,49
Невязка уч. 1-5: $((2,23-2)/ 2) \cdot 100 = 11,6\%$ допускается												
Невязка уч. 2-6: $((4,94-4,96)/ 4,96) \cdot 100 = -0\%$ допускается												
Невязка уч. 3-7: $((8,49-8,77)/ 8,77) \cdot 100 = -3,2\%$ допускается												

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.12 – Аэродинамический расчёт вытяжной вентиляции В13

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σζ	p _{дин.} , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па
			d, мм	f, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В13 (Магистраль)												
1	131,5	2,8	100	0,00785	4,7	3,636	10,18	1,9	8,3	15,77	25,95	25,95
2	263	2,55	125	0,01227	6,0	4,033	10,28	0,3	21,6	6,48	16,76	42,71
3	394,5	2,55	140	0,01539	7,1	4,627	11,80	0,3	27	8,1	19,90	62,61
4	526	0,81	160	0,02010	7,3	4,005	3,24	0,6	31,6	18,96	22,20	84,82
Ответвления												
5	131,5	0,35	100	0,00785	4,7	3,636	1,27	1,6	13,5	21,6	22,87	22,87
6	131,5	0,35	100	0,00785	4,7	4,033	1,41	1,6	12,5	20	21,41	44,28
7	131,5	0,35	100	0,00785	4,7	4,627	1,62	1,6	12,5	20	21,62	65,90
Невязка уч. 1-5: $((22,87-25,95)/ 25,95) \cdot 100 = 11,6\%$ допускается												
Невязка уч. 2-6: $((44,28-42,71)/ 42,71) \cdot 100 = 3,7\%$ допускается												
Невязка уч. 3-7: $((65,90-62,61)/ 62,61) \cdot 100 = 5,3\%$ допускается												

Продолжение Приложения Б

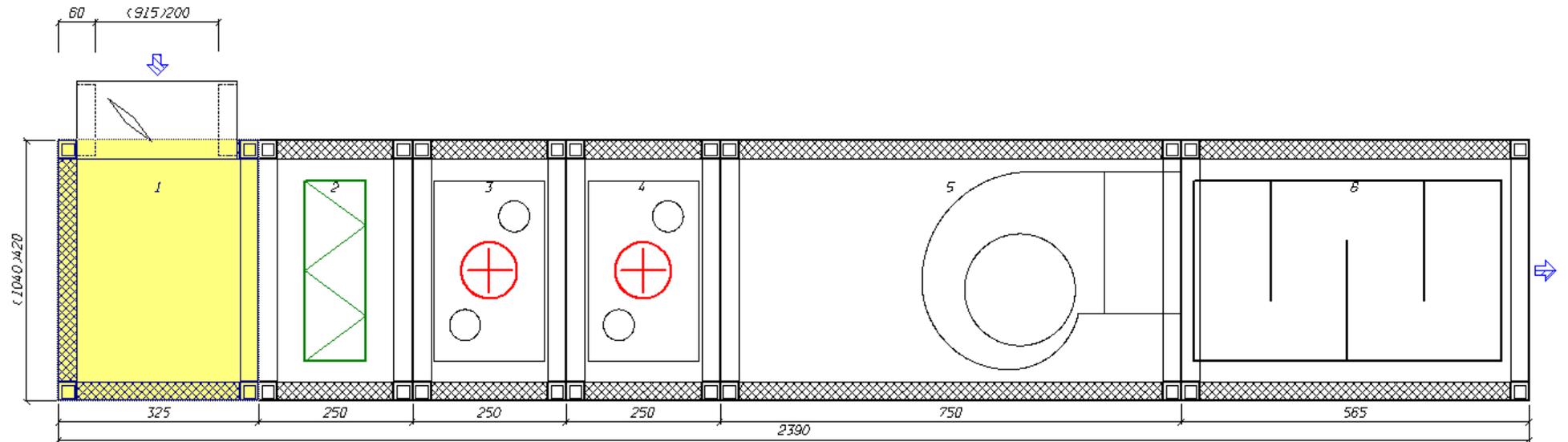


Рисунок Б.1 – Приточная установка

1-горизонтальный клапан; 2-фильтр панельный; 3,4- теплообменник жидкостный; 5- вентилятор; 6- шумоглушитель.

Приложение В

Гидравлический расчёт системы отопления

Таблица В.1 – Гидравлический расчёт системы отопления

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	D _y , мм	w, м/с	R _{ср} , Па/м	R, Па/м	Rl, Па	∑ζ	Z, Па	Rl + Z,	Примечание
Основное циркуляционное кольцо через стояк 6 ΔPp = 12651Па												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	58657	2140	4,53	40	0,44	69	72	326	1	97	423	кран шаровый -1
2-3	31689	1156	7,46	32	0,31		45	336	1	48	384	тройник на проход-1
3-4	26587	970	9,57	25	0,45		130	1244	1	101	1345	тройник на проход-1
4-5	23946	874	4,84	25	0,4		107	518	1	80	598	тройник на проход-1
5-6	18741	684	8,95	25	0,34		66	591	1	58	648	тройник на проход-1
6-7	9946	363	16,2	20	0,28		71	1150	2	78	1228	2 отвода-1
7-а	2748	100	4,68	20	0,08		8	37	1	3	41	тройник на проход-1
а-8	2748	100	1,81	15	0,14		28	51	2,5	24	75	отвод-1,5. кран шаровой-1
8-9	723	26	1,6	15	0,04		2,4	4	5,2	4	8	2тройник на пр.-1,5.клапан-1.радиатор-1,2
9-6	2748	100	1,51	15	0,14		50	76	1	10	85	кран шаровой -1
6-7'	2748	100	4,75	20	0,08		11	52	2	6	59	отвод-1. тройник на проход-1
7'-6'	9946	363	17,91	20	0,28		71	1272	2	78	1350	2 отвода-1
6'-5'	18741	684	8,92	25	0,34		66	589	1	58	646	тройник на проход-1
5'-4'	23946	874	4,85	25	0,4		107	519	1	80	599	тройник на проход-1
4'-3'	26587	970	9,86	25	0,45		130	1282	1	101	1383	тройник на проход-1
3'-2'	31689	1156	6,31	32	0,31		45	284	1	48	332	тройник на проход-1
2'-1'	58657	2140	4,72	32	0,44		72	340	1	97	436	тройник на проход-1
			118,47								∑	9639
Невязка: (12651-9639)/12651·100 = 24% не допустимо												
$d_d = 3,56 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{100^2}{24}\right)} = 376\text{мм}$												
Второстепенное кольцо через стояк 12												

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-10	26968	984	2,09	25	0,46	66	134	280	1,5	158	438	тройник на поворот-1,5
10-11	20572	751	18,94	25	0,34		79	1496	2	115	1612	2 отвода-0,5.тройник на проход-1
11-12	13302	485	4,83	20	0,37		123	594	1	68	662	тройник на проход-1
12-13	10642	388	4,79	20	0,29		80	383	1	42	425	тройник на проход-1
13-14	7981	291	5,78	20	0,4		206	1191	1	80	1270	тройник на проход-1
14-в	2660	97	8,57	15	0,13		26	223	1	8	231	тройник на проход-1
в-15	2660	97	1,81	15	0,13		26	47	2,5	21	68	отвод-1,5. кран шаровый-1
15-16	691	25	1,6	15	0,04		2,2	4	5,2	4	8	2 тройник на поворот-1,5.клапан-1.радиатор1,2
16-г	2660	97	1,51	15	0,13		26	39	1	8	48	кран шаровый-1
г-14'	2660	97	4,75	15	0,13		26	124	2	17	140	отвод-1.тройник на проход-1
14'-13'	7981	291	5,78	20	0,4		206	1191	1	80	1270	тройник на проход-1
13'-12'	10642	388	4,79	20	0,29		80	383	1	42	425	тройник на проход-1
12'-11'	13302	485	4,83	20	0,37		123	594	1	68	662	тройник на проход-1
11'-10'	20572	751	20,03	25	0,34		79	1582	2	115	1698	2 отвода-0,5.тройник на проход-1
			93,19							∑	9531	
Невязка: (9639-9531)/9639·100 = 1,13% допустимо												

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – Тепловой расчёт отопительных приборов

№ пом	$Q_{\text{пом}}, \text{Вт}$	$G_{\text{пр}}, \text{кг/с}$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{в}}, \text{м}$	$l_{\text{г}}, \text{м}$	$Q_{\text{тр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$F_{\text{пр}}, \text{м}$	β_3	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
101	691	25	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	482,5	0,67	1,06	5
201	602	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	393,8	0,55	1,08	4
401	765	28	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	556,8	0,77	1,05	5
102	691	25	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	482,5	0,67	1,06	5
202	602	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	393,8	0,55	1,08	4
402	765	28	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	556,8	0,77	1,05	5
103	691	25	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	482,5	0,67	1,06	5
203	602	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	393,8	0,55	1,08	4
403	765	28	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	556,8	0,77	1,05	5
104	691	25	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	482,5	0,67	1,06	5
204	602	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	393,8	0,55	1,08	4
404	765	28	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	556,8	0,77	1,05	5
105	691	25	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	482,5	0,67	1,06	5
205	602	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	393,8	0,55	1,08	4
405	765	28	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	556,8	0,77	1,05	5
106	723	26	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	514,8	0,71	1,05	5
206	589	22	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	381,0	0,53	1,08	4
406	847	31	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	638,2	0,88	1,04	5
107	2224	81	95	70	65,5	747,53	3	1,3	231,5	2015,2	2,70	0,99	9
207	2109	77	95	70	65,5	747,53	3	1,3	231,5	1900,5	2,54	0,99	8
407	2354	86	95	70	65,5	747,53	3	1,3	231,5	2145,2	2,87	0,99	11
108	718	26	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	509,8	0,71	1,05	5
208	575	21	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	366,4	0,51	1,09	2
408	838	31	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	629,8	0,87	1,04	5

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
109	645	24	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	436,8	0,60	1,07	4
209	575	21	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	366,4	0,51	1,09	4
409	704	26	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	495,6	0,69	1,06	5
110	696	25	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	488,0	0,67	1,06	5
210	563	21	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	354,2	0,48	1,09	4
410	820	30	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	611,4	0,84	1,04	5
111	664	24	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	455,2	0,63	1,07	4
211	575	21	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	366,4	0,51	1,09	4
411	738	27	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	529,5	0,73	1,05	5
112	664	24	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	455,2	0,63	1,07	4
212	575	21	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	366,4	0,51	1,09	4
412	738	27	95	70	62,5	722,01	3	1,3	231,5	529,5	0,73	1,05	5
113	667	24	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	458,5	0,63	1,07	4
213	563	21	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	354,2	0,48	1,09	4
413	763	28	95	70	63,5	730,52	3	1,3	231,5	554,7	0,76	1,05	5
114	1008	37	95	70	61,5	713,51	3	1,3	231,5	799,2	1,12	1,02	4
214	855	31	95	70	61,5	713,51	3	1,3	231,5	646,3	0,91	1,04	4
414	1124	41	95	70	61,5	713,51	3	1,3	231,5	915,9	1,28	1,02	5
А1	3599	131	95	70	66,5	756,03	3	1,3	231,5	3390,6	4,48	0,98	14
А2	3599	131	95	70	66,5	756,03	3	1,3	231,5	3390,7	4,48	0,98	14
Б1	3635	133	95	70	66,5	756,03	3	1,3	231,5	3426,4	4,53	0,98	14
Б2	3635	133	95	70	66,5	756,03	3	1,3	231,5	3426,7	4,53	0,98	14