

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

АРХИТЕКТУРНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр _____ «Центр инженерного оборудования»
(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему _____ Спортивный комплекс ТГУ. Капитальный ремонт. Отопление и вентиляция.

Обучающийся

И.Г. Курбонов

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, Е.В. Чиркова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

В данной бакалаврской работе были запроектированы системы отопления, вентиляции спортивного комплекса, расположенного в городе Тольятти. В разделе «Исходные данные» определены исходные данные для проектирования систем вентиляции и отопления.

В разделе «Теплотехнический расчёт» был подобран утеплитель для наружных стен и рассчитаны теплопотери помещений здания через ограждающие конструкции, для спортзалов и шейпинг зала определены теплопоступления и составлен тепловой баланс.

В разделе «Проектирование системы отопления» выполнены гидравлический расчёт системы отопления и тепловой расчёт отопительных приборов, и осуществлён подбор оборудования теплового пункта здания.

В разделе «Вентиляция» составлен воздушный баланс для спортзалов и шейпинг зала, для остальных помещений определены требуемые воздухообмены по нормируемой кратности. Выполнен аэродинамический расчёт системы вентиляции и подобрано вентиляционное оборудование.

В разделе «Контроль и автоматизация» рассмотрена автоматизация индивидуального теплового пункта здания и принцип действия этого оборудования.

В разделе «Организация монтажных работ» определён объём монтажных работ. Так же выполнен расчёт трудоёмкости монтажных работ.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» выполнена оценка опасных процессов при монтаже систем отопления и приведён перечень мероприятий, при соблюдении которых, осуществляется безопасность жизнедеятельности при монтаже системы отопления в Спортивном комплексе.

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные	6
1.1 Параметры наружного воздуха.....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3 Конструктивные и объемно–планировочные работы	7
1.4 Источник тепло– и холодоснабжения.....	8
2 Теплотехнический расчет.....	9
2.1 Теплотехнический расчет.....	9
2.1.1 Теплотехнический расчет наружной стены	11
2.1.2 Теплотехнический расчет бесчердачного перекрытия	12
2.1.3 Теплотехнический расчет пола по грунту.....	13
2.1.4 Теплотехнический расчет внутренних стен.....	14
2.1.5 Теплотехнический расчет внутренних перегородок.....	14
2.1.6 Теплотехнический расчет наружных стен раздевалока на 2 этаже	15
2.1.7 Теплотехнический расчет межэтажного покрытия	16
2.1.8 Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия.....	16
2.2 Определение теплопотерь здания.....	18
2.3 Расчет теплопоступлений.....	20
2.4 Тепловой баланс	22
3 Проектирование системы отопления	25
3.1 Конструктивное решение системы отопления.....	25
3.2 Гидравлический расчет.....	26
3.3 Тепловой расчет приборов отопления	28
3.4 Подбор оборудования	29
4 Вентиляция.....	31
4.1 Требуемый воздухообмен в помещениях.....	31
4.2 Определение воздухообмена по кратности. Воздушный баланс	35
4.3 Выбор принципиальных решений по вентиляции здания	37

4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств.....	38
4.5 Аэродинамический расчет систем вентиляции.....	42
4.6 Подбор оборудования.....	43
5 Контроль и автоматизация	45
6 Безопасность и экологичность технического объекта	48
6.1 Безопасность, профессиональные риски и их предотвращение	48
6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	51
7 Организация монтажных работ	54
Заключение	58
Список используемой литературы и используемых источников.....	60
Приложение А Расчет теплотерь помещений спортивного комплекса	64
Приложение Б Гидравлический расчет системы отопления	73
Приложение В Расчетные схемы системы отопления	81
Приложение Г Тепловой расчет отопительных приборов.....	83
Приложение Д Характеристика насоса для отопления.....	85
Приложение Е Разбивка пола по зонам	86
Приложение Ж Расчет обработки воздуха на I–d диаграмме.....	87
Приложение И Аэродинамический расчет систем вентиляции	90
Приложение К Расчетные схемы системы вентиляции	98
Приложение Л Характеристика вентиляционного оборудования	103

Введение

В последние несколько лет в Тольяттинском государственном университете растет количество студентов, которые любят спорт и участвуют во всероссийских соревнованиях и получают достойные призовые места. Это стремление хорошо поддерживается университетом, так как спорт, в любом его проявлении, повышает уровень физической подготовки, улучшает здоровье, да и придает человеку энергию и радость от жизни, как говорится: «в здоровом теле – здоровый дух».

Поэтому чтобы все выше перечисленное стало доступным, необходимо было сделать капитальный ремонт здания спортивного комплекса ТГУ, так как здание было в плохом состоянии и не соответствовало требованиям СП и ГОСТ. В рамках бакалаврской работы мы с кафедрой ПГС сделали аудит здания, итогом которого стало, выявление всех недостатков здания, и исходных данных для проектирования и расчетов. Было решено утеплить наружные ограждающие стены и в результате теплотехнического расчета был подобран утеплитель – минеральная вата, также запроектировано новая система отопления и новая система вентиляции, которые соответствуют нынешним нормам проектирования инженерных сетей, и прослужат долго, будут эстетически радовать глаз и обеспечат комфортную жизнедеятельность людей внутри Спорткомплекса.

Задачи для выполнения:

- Проанализировать техническое задание на проектирование.
- Выполнить теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций и определить теплопоступления и теплопотери помещений.
- Запроектировать системы вентиляции и отопления.
- Выполнить систему автоматизации теплового пункта.
- Выявить все риски, связанные с монтажом систем.
- Решение вопросов по охране труда при монтаже систем.

1 Исходные данные

1.1 Параметры наружного воздуха

«Для города Тольятти параметры наружного воздуха определяются по СП» [23].

«Для холодного периода:

- Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:
- $t_{н} = -27^{\circ}\text{C}$;
- Продолжительность отопительного периода (в период, когда среднесуточная температура менее 8°C): $z_{от} = 196$ сут;
- Средняя температура отопительного периода: $t_{от} = -4,7^{\circ}\text{C}$;
- Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца: $\varphi = 83\%$;
- Максимальная из средних скоростей по румбам за январь: $v_{н} = 3,5$ м/с;
- Средняя месячная температура воздуха за январь: $t_{н} = -11,2^{\circ}\text{C}$;
- Зона влажности района строительства (определяемая по СП [20]):
- сухая.
- Режим эксплуатации ограждающих конструкций: А.

Для теплого периода:

- Температура обеспеченностью 0,95: $t_{н} = 25^{\circ}\text{C}$;
- Удельная энтальпия: $56,8$ кДж/кг;
- Скорость ветра: $2,3$ м/с» [23].

1.2 Параметры внутреннего воздуха

«Параметры внутреннего воздуха приняты по ГОСТ [4] и СП [21]:

Расчетная температура воздуха внутри помещения:

- в спортивных залах без зрителей: в холодный период года: $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$;
- в помещениях для физкультурно–оздоровительных занятий: $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$;
- температура внутри раздевалок: $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$;
- в кабинетах преподавателей: $t_{в} = 19^{\circ}\text{C}$;
- в душевой: $t_{в} = 24^{\circ}\text{C}$;
- в санитарных узлах общего пользования: $t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$;
- в коридорах: $t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$;
- в кладовых для спортивного инвентаря: $t_{в} = 15^{\circ}\text{C}$;
- лестничная клетка, тамбур – не отапливаются и берем температуру $+4^{\circ}\text{C}$ от наружной температуры холодной пятидневки.

Относительная влажность внутреннего воздуха:

- в спортивных залах без зрителей: в холодный период года: 55%;
- в помещениях для физкультурно–оздоровительных занятий: 55%;
- внутри раздевалок: 55%;
- в кабинетах преподавателей: 55%;
- в душевой 65%;
- в санитарных узлах общего пользования: 55%;
- в кладовых для спортивного инвентаря: 55%.

Теплый период года: по ГОСТ [4].

$t_{в} = 27^{\circ}\text{C}$; $\varphi = 65\%$; $v = 0,25 \text{ м/с}$.» [4].

1.3 Конструктивные и объемно–планировочные работы

Объектом проектирования является двухэтажный Спортивный комплекс ТГУ расположенный в Самарской области, городе Тольятти. Город Тольятти имеет следующие географические координаты: $53^{\circ}31'49''$ с.ш. и $49^{\circ}25'11''$ в.д. Главный фасад объекта ориентирован на З.

В первом этаже имеется шесть кабинетов для тренерского состава, два спортивных зала: шейпинг зал и зал атлетической гимнастики, пять раздевалок, восемь душевых комнат и четыре санузла, также подсобные помещения, комната охраны и вент камера с тепловым пунктом. Во втором этаже размещаются четыре раздевалки и спортивный зал. На фасадах здания оконные проемы заполняются двухкамерными стеклопакетами из ПВХ на первом этаже, и одинарными стеклопакетами из ПВХ на втором этаже, различных размеров.

Размер здания в осях составляет 42×30 м. Высота первого этажа 3,200 м, второго этажа 10,300 м. Высота здания 13,500 м. Площадь спортивных залов на первом этаже: Шейпинг зала 171,9 м², Зал атлетической гимнастики 115,6 м², на втором этаже: Спортивный зал 991,5 м². Подвал и чердак отсутствуют.

Структура ограждающих конструкций приведена в разделе два: «Теплотехнический расчет»

1.4 Источник тепло– и холодоснабжения

Источником теплоснабжения здания является городская ТЭЦ. Параметры теплоносителя $T_1=150$ °С, $T_2=70$ °С.

Вывод по разделу 1 – В первом разделе был рассмотрен объект проектирования, приведены параметры внутреннего и наружного воздуха, и также описан источник тепла.

2 Теплотехнический расчет

2.1 Теплотехнический расчет

Данный вид расчета выполняется согласно методике приведенной в СП [20].

«Целью теплотехнического расчета является определение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, а также толщины слоя утеплителя.

Теплотехнический расчет выполняется при условии, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемого значения:

$$R_0^{\text{пп}} \geq R_0^{\text{тп}}, \quad (1)$$

где $R_0^{\text{пп}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$,

$R_0^{\text{тп}}$ – требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяется в зависимости от градусо–суток отопительного периода, которые определяются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C ;

$t_{\text{от}}$ – средняя температура отопительного периода, °C ;

$z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода для периода со среднесуточной температурой менее 8 °C » [20].

«Требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{\text{тп}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяется интерполяцией по СП [20] или через коэффициенты а и в по формуле:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \Gamma \text{СОП} + b, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (3)$$

где a, b – коэффициенты, определяемые [20, табл. 4];

для стены: $a = 0,0003, b = 1,2$;

для покрытия: $a = 0,0004, b = 1,6$.

Требуемое условное сопротивление теплопередачи вычисляется по формуле:

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{R_0^{\text{TP}}}{r} \quad (4)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности;

$$r = r_1 \cdot r_2 \quad (5)$$

где r_1 – коэффициент, учитывающий внутренние крепления в ограждении [2];

r_2 – коэффициент оценки примыканий других ограждений к расчетному

Условное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по следующей формуле:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (6)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$, определяется по [20];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \text{ – для наружных стен,}$$

$$\alpha_{\text{в}} = 8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \text{ для окон,}$$

$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – термическое сопротивление i –слоя многослойной ограждающей конструкции, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$;

δ_i – толщина i –го слоя ограждающей конструкции, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м·°C), определяется по [20];

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$, определяемый по [20];

$\alpha_n = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ – для наружных стен, окон;

$\alpha_n = 12 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ – для покрытия.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения определяется по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (7)$$

где $R_0^{\text{усл}}$ – фактическое условное сопротивление теплопередаче.

Определение коэффициента теплопередачи ограждающих конструкции

$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$, по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \gg [20] \quad (8)$$

2.1.1 Теплотехнический расчет наружной стены

Таблица 1 – Состав конструкции наружных стен

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м·°C))
1	Сложный раствор	0,012	1700	0,7
2	Силикатный кирпич	0,368	1800	0,76
3	Утеплитель минеральная вата		180	0,045
4	Сложный раствор	0,012	1700	0,7

По формуле (1) определяем ГСОП:

$$GCOП = (17 - (-4,7)) \cdot 196 = 4253 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

По формуле (2) определяем требуемое значение сопротивления:

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 4253 + 1,2 = 2,476 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

По формуле (3) определяем требуемое условное сопротивление:

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{R_0^{TP}}{r};$$

$$r_1 = 0,95; r_2 = 0,9; r = 0,95 \cdot 0,9 = 0,855$$

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{2,476}{0,855} = 2,896 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

$$R_0^{\text{усл}} = R_0^{\text{усл.тр}};$$

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H};$$

$$2,896 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,368}{0,76} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,045} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23};$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,099 \text{ м.}$$

Фактическую толщину утеплителя примем согласно выпускаемым размерам, равной 0,1 м.

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,368}{0,76} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23} = 2,899 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)/Вт;}$$

$$R_0^{\text{пр}} = 2,899 \cdot 0,855 = 2,479 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)/Вт;}$$

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}};$$

2,479 \geq 2,476 – условие выполняется

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}};$$

$$k = \frac{1}{2,479} = 0,40 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{C)};$$

2.1.2 Теплотехнический расчет бесчердачного перекрытия

Таблица 2 – Состав конструкции бесчердачного перекрытия

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·°C))
1	Сборная Железобетонная	0,22	2500	

	плита перекрытия			
2	Пароизоляционная пленка – Изоспан В	0,001	72	0,05
3	Теплоизоляция– Технониколь Технориф Н–30	0,12	115	0,037
4	Теплоизоляция– Технониколь Технориф В–60	0,05	180	0,038
5	Сборная стяжка из двух слоев АЦЛ	0,05	1800	0,47
6	Праймер	0,005	1000	0,029
7	Техноэласт ЭПП	0,004	1400	0,027
8	Техноэласт ЭКП	0,0042	1400	0,029

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0004 \cdot 4253 + 1,6 = 3,301 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$r = 1$$

Фактическую толщину утеплителя примем согласно выпускаемым размерам равной 0,17 м.

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + 0,152 + \frac{0,001}{0,05} + \frac{0,12}{0,037} + \frac{0,05}{0,038} + \frac{0,05}{0,47} + \frac{0,005}{0,029} + \frac{0,004}{0,027} + \frac{0,0042}{0,29} + \frac{1}{23} = 5,371 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{пр}} = 5,331 \cdot 1 = 5,331 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тр}};$$

5,331 ≥ 3,301 – условие выполняется

$$k = \frac{1}{5,331} = 0,188 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Определение приведенного термического сопротивления неоднородной конструкции методом сложения проводимостей.

2.1.3 Теплотехнический расчет пола по грунту.

Таблица 3 – Состав конструкции пола по грунту.

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ, м	Плотность материала ρ0, кг/м3	Коэффициент теплопроводности λ, (Вт/(м°С))
------------	----------	-------------------	-------------------------------	--

1	Утрамбованный песок (ГОСТ 2697–83)	0,3	1600	0,35
2	Полиэтилен	0,001	920	0,34
3	Армированная стяжка (железо бетон)	0,2	2500	1,92
4	Керамическая плитка	0,01	2200	0,2

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,35} + \frac{0,001}{0,34} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{1}{12} = 1,213 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)}/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{1,213} = 0,824 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С});$$

Разбивка по зонам пола по грунту приведено в приложении Е.

2.1.4 Теплотехнический расчет внутренних стен.

Таблица 4 – Состав конструкции внутренних стен.

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·С))
1	Сложный раствор	0,025	1700	0,7
2	Силикатный кирпич	0,25	1800	0,76
3	Сложный раствор	0,025	1700	0,7

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,025}{0,7} + \frac{0,25}{0,76} + \frac{0,025}{0,7} + \frac{1}{12} = 0,599 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)}/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{0,599} = 1,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С});$$

2.1.5 Теплотехнический расчет внутренних перегородок.

Таблица 5 – Состав конструкции внутренних перегородок.

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·С))
1	Сложный раствор	0,01	1700	0,7
2	Силикатный кирпич	0,12	1800	0,76
3	Сложный раствор	0,01	1700	0,7

$$R_0^{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{12} = 0,385 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)}/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{0,385} = 2,597 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С}).$$

2.1.6 Теплотехнический расчет наружных стен раздевалока на 2 этаже

Таблица 6 – Состав конструкции наружных стен

Номер слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·С))
1	Сложный раствор	0,012	1700	0,7
2	Кирпич керамический пустотелый	0,12	1600	0,58
3	Утеплитель – минеральная вата	–	180	0,045
4	Сложный раствор	0,012	1700	0,7

$$\text{ГСОП} = (17 - (-4,7)) \cdot 196 = 4253 \text{ }^\circ\text{С} \cdot \text{сут.}$$

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 4253 + 1,2 = 2,476 \text{ (м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{С)}/\text{Вт.}$$

$$r_1 = 0,78; r_2 = 0,95; r = 0,78 \cdot 0,95 = 0,741$$

$$R_0^{усл. TP} = \frac{2,476}{0,741} = 3,341 \text{ (м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{С)}/\text{Вт.}$$

$$3,341 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{\delta_{ут}}{0,045} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23};$$

$$\delta_{ут} = 0,13 \text{ м.}$$

Фактическую толщину утеплителя примем согласно выпускаемым размерам, равной 0,15 м, но мы возьмем 0,20 м для точности расчета.

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,844 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)}/\text{Вт};$$

$$R_0^{np} = 4,844 \cdot 0,741 = 3,589 \text{ (м}^2 \cdot \square\text{)}/\text{Вт};$$

$3,589 \geq 2,476$ – условие выполняется

$$k = \frac{1}{3,589} = 0,279 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С});$$

2.1.7 Теплотехнический расчет межэтажного покрытия

Таблица 7 – Состав конструкция межэтажного покрытия

«Номер слоя»	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·С))
1	Железобетонная пустотная плита	0,22	2500	–
2	Рубероид, пергамин	0,004	600	0,17
3	Половая доска	0,02	500	0,15» [20].

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + 0,152 + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,02}{0,15} + \frac{1}{23} = 0,467(\text{м}^2 \cdot \square)/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{0,467} = 2,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С});$$

2.1.8 Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия

Таблица 8 – Состав конструкции бесчердачного покрытия разрывов на втором этаже

«Номер слоя»	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , (Вт/(м ² ·С))
1	Профнастил	0,005	4710	0,0377
2	Рубероид, пергамин	0,004	600	0,17» [20].
3	Плита перекрытия пустотная	0,22	2500	–

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,0377} + \frac{0,004}{0,17} + 0,152 + \frac{1}{23} = 0,467(\text{м}^2 \cdot \square)/\text{Вт};$$

$$k = \frac{1}{0,467} = 2,14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С});$$

Результаты расчета приведены в таблицу 9

Таблица 9 – Результаты теплотехнического расчета

Наименование ограждающей конструкции	Толщина $\delta, \text{м}$	$R_0^{\text{тр}} ; \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}\right)$	$R_0^{\text{пр}} ; \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}\right)$	Коэфф. Теплопередачи, $k ; \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}\right)$
Наружна стена	0,492	2,476	2,479	0,40
Полы по грунту	–	–	Из. 3,313 Пз. 5,513 Шз. 9,813 IVз. 15,413	Из. 0,302 Пз. 0,181 Шз. 0,102 IVз. 0,065
Бесчердачное покрытие	0,454	3,301	5,331	0,188
Окна спортзала на втором этаже	Однокамерный стеклопакет в одинарном ПВХ переплете из стекла: обычного	0,39	0,76	1,316
Окна вспомогательных помещений и двух спортзалов на первом этаже	Двухкамерный стеклопакет в одинарном ПВХ переплете из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 8 мм)	0,39	0,74	1,35
Двери	ПВХ профиль остекленный	0,8	0,8	1,25
Внутренние стены	0,3	0,599	0,599	1,67
Внутренние перегородки	0,14	0,385	0,385	2,597

Межэтажное покрытие	0,244	0,467	0,467	2,14
Бесчердачное покрытие для раздевалки 2 эт.	0,229	0,467	0,467	2,14
Наружна стена для раздевалки 2 эт.	0,294	2,476	3,589	0,279

2.2 Определение теплотерь здания

Потери тепла определяются для каждого помещения здания на каждом этаже по методике [20].

«Основные потери тепла определяются по формуле:

$$Q = F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n/R, \quad (9)$$

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

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

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по СП [1];

β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$ » [20].

«Расход тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха определяется по формуле:

$$Q_{\text{и}} = 0,28 \cdot c \cdot \sum G_{\text{и}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot \bar{k}, \quad (10)$$

где $\bar{k} = 0,8$ – поправочный коэффициент, учитывающий нагрев воздуха в ограждении и снижение температуры на поверхности ограждения за счет инфильтрации

$c = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$ – удельная теплоемкость воздуха

$\Sigma G_{\text{и}}$ – суммарный расход инфильтрирующегося воздуха, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$, через отдельные ограждающие конструкции помещения, определяется по формуле

$$\Sigma G_{\text{и}} = 0,216 \frac{\Sigma A_1 \cdot \Delta p_1^{\frac{2}{3}}}{R_{\text{и},1}} + \frac{\Sigma A_2}{R_{\text{и},2}} \cdot \left(\frac{\Delta p_2}{\Delta p_0} \right)^{1/2}, \quad (11)$$

где обозначения с индексом 1 относятся к окнам, а 2 – к наружной двери;

A – расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

Δp_0 – разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачных конструкций, принимается согласно СП [2] и равна 10 Па;

$R_{\text{и}}$ – сопротивление воздухопроницаемости конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{час}/\text{кг}$.

Примем, что для окна:

$$R_{\text{инф}} = R_{\text{инф}}^{\text{тр}} = \frac{1}{G_{\text{и}}^{\text{н}}} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (12)$$

где $G_{\text{и}}^{\text{н}}$ – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций. Определяется по СП [2] и равна 6 для окон, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$.

Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции при определении требуемого сопротивления воздухопроницаемости и определяется по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 0,3 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v^2, \quad (13)$$

где H – высота здания от уровня поверхности земли до устья вытяжной шахты, м

$\rho_{\text{н}}$ – плотность наружного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$

$\rho_{\text{в}}$ – плотность внутреннего воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$

v – расчетная скорость ветра в холодный период года, $\text{м}/\text{с}$ [20].

«Плотность воздуха определяется по формуле:

$$\rho = \frac{353}{t+273}, \quad (14)$$

где t – температура воздуха °С, принимается равной $t_{в}$ при вычислении плотности внутреннего воздуха или $t_{н}$ при вычислении плотности наружного воздуха» [20].

Результаты расчёта теплопотерь каждого помещения на каждом этаже приведены в приложении А в таблице А.1.

2.3 Расчет теплопоступлений

Поступления тепла от людей зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха и определяется по формуле:

$$Q_{л} = n \cdot q, \quad (15)$$

где n – количество человек, одновременно находящихся в помещении:

q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел., принимается по [11, табл. 2.2]:

Для спортзала:

- для холодного периода: $Q_{л}^{хп} = 50 \cdot 121,4 = 6070$ Вт,
- для теплого периода: $Q_{л}^{тп} = 50 \cdot 70 = 3500$ Вт.

Для шейпинг зала:

- для холодного периода: $Q_{л}^{хп} = 30 \cdot 121,4 = 3642$ Вт,
- для теплого периода: $Q_{л}^{тп} = 30 \cdot 70 = 2100$ Вт.

Для зала атлетической гимнастики:

- для холодного периода: $Q_{л}^{хп} = 20 \cdot 121,4 = 2428$ Вт,
- для теплого периода: $Q_{л}^{тп} = 20 \cdot 70 = 1400$ Вт» [20].

2.3.2 «Поступления тепла от источников искусственного освещения определяется по формуле:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (16)$$

где E – освещенность, Лк,

F – площадь пола помещения, м²;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, Вт/ м²·Лк,

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла, поступающего в помещение, равно 1.

Для спортзала:

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 991,52 \cdot 0,071 \cdot 1 = 14080 \text{ Вт.}$$

Для шейпингзала:

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 171,9 \cdot 0,071 \cdot 1 = 2441 \text{ Вт.}$$

Для зала атлетической гимнастики

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 115,57 \cdot 0,071 \cdot 1 = 1641 \text{ Вт.}$$

2.3.3 Поступления тепла от солнечной радиации рассчитывается только в летний период по формуле:

$$Q_{\text{ср}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_a \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (17)$$

где $q_{\text{вп}}$ – поступления тепла от прямой солнечной радиации;

$q_{\text{вр}}$ – поступления тепла от рассеянной солнечной радиации;

F – площадь поверхности остекления, м²;

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы;

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

k_a – коэффициент, учитывающий аккумуляцию тепла внутренними ограждающими конструкциями;

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

Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации сводится в таблицу 11 и выбирается максимальное значение из полученных: по [2]» [20].

2.3.4 Тепlopоступления от системы отопления компенсируют тепlopотери через наружные ограждения и рассчитываются только в холодный период года по формуле:

$$Q_{\text{со}} = \frac{\sum Q_{\text{пот}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \cdot (12 - t_{\text{н}}), \quad (18)$$

Для спортзала:

$$Q_{co} = \frac{54077}{(17 - (-27))} \cdot (12 - (-27)) = 47932 \text{ Вт.}$$

Для шейпинг зала:

$$Q_{co} = \frac{3196}{(17 - (-27))} \cdot (12 - (-27)) = 2833 \text{ Вт.}$$

Для зала атлетической гимнастики:

$$Q_{co} = \frac{2658}{(17 - (-27))} \cdot (12 - (-27)) = 2356 \text{ Вт.}$$

2.4 Тепловой баланс

Таблица 10 – Тепловой баланс

Наим. помещ.	Период года	Теплопотери Q ₀ , Вт	Теплопотери Q _{проч} , Вт. 5%	Теплопоступления						Теплоизбыт. / Теплотест. Q, Вт
				Q _л , Вт	Q _{осв} , Вт	Q _{с,о} , Вт	Q _{ср} , Вт	Q _{проч} , Вт. 5%	ΣQ, Вт	
Спорт. зал	ХП	54077	2704	6070	14080	47932	–	3404	71486	14705
	ТП	–	–	3500	–	–	61865	3268	68633	68633
Шейп. зал	ХП	3196	160	3642	2441	2833	–	446	9362	6006
	ТП	–	–	2100	–	–	3486	279	5865	5865
Зал Атл. гимнаст.	ХП	2024	101	2428	1641	2358	–	321	6748	4623
	ТП	–	–	1400	–	–	1664	153	3217	3217

Вывод по разделу 2 – В разделе «Теплотехнический расчёт» выполнен «расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции, расчёт требуемых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций, расчёт теплопотерь и теплопоступлений здания от различных источников, составлен тепловой баланс» [20].

Таблица 11 – Теплопоступления от солнечной радиации

	«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
	Шейпинг зал															
	В															
qвп	57	384	504	545	498	374	193	37	65	60	59	57	53	44	28	3
qвр	7	73	118	129	123	100	84	72	–	–	–	–	–	–	–	–
F, м ²	12,1															
k1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	331,1	2363,9	3217,5	3486,4	3212,3	2451,9	1432,9	563,8	784,5	724,2	712,1	688,0	639,7	531,1	338,0	36,2

	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
	Зал атлетической гимнастики															
	В															
qвп	57	384	504	545	498	374	193	37	65	60	59	57	53	44	28	3
qвр	7	73	118	129	123	100	84	72	–	–	–	–	–	–	–	–
F, м ²	5,775															
k1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	158,0	1128,2	1535,6	1664,0	1533,1	1170,2	683,9	269,1	374,4	345,6	339,9	328,4	305,3	253,5	161,3	17,3» [2].

Продолжение таблицы 11

	«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
	Спортивный зал															
	В															
qvп	57	384	504	545	498	374	193	37	65	60	59	57	53	44	28	3
qвр	7	73	118	129	123	100	84	72	-	-	-	-	-	-	-	-
F, м ²	180															
k1	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	5253	37511	51054	55322	50972	38906	22736	8947	12671	11696	11501	11112	10332	8577	5458	585

	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
	3															
qvп	3	29	44	53	57	59	60	65	37	193	374	498	545	497	371	57
qвр	-	-	-	-	-	-	-	-	72	84	100	123	129	119	73	7
F, м ²	114															
k1	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	370	3580	5432	6543	7037	7284	7408	8025	5666	14400	24640	32282	35037	32022	23081	3327
Σ	5623	41091	56486	61865	58009	46190	30144	16972	18337	26096	36141	43394	45369	40599	28539	3912» [2].

3 Проектирование системы отопления

3.1 Конструктивное решение системы отопления

«В здание ввод тепловой сети происходит с западной стороны и подключение к отопительной системе делается в помещении 23, в ИТП. Теплоноситель для системы отопления – вода с параметрами 95/70 °С.

Отопительная система для Спортивного комплекса запроектирована двухтрубная, тупиковая, с горизонтальной разводкой.

Здание обслуживает две системы отопления. Трубы для всех систем приняты стальные водогазопроводные по ГОСТ [6]. Использовались диаметры труб для системы отопления от 15 до 40 мм. Соединения трубопроводов сварочное. Трубы теплоизолированы минеральной ватой по СП [24].

Система отопления 1 (СО1) обогревает все помещения на первом этаже и 2 спортивных зала. Из ИТП СО1 поднимается на отметку +2.800 и горизонтально проходит над коридором 20 и заходит в помещение 24 и доходит до конца помещения, далее делится на ветку А и ветку Б и опускается вниз. Далее прокладывается по полу Т11 на отметке +0.100, а Т21 на отметке +0.070.

Система отопления 2 (СО2) обогревает большой Спортивный зал и четыре раздевалки на втором этаже. СО2 так же как и СО1 доходит до конца помещения 24, а далее поднимается на отметку +3.300, на этой отметке СО2 делится на две ветки, и прокладывается по полу вдоль стен: Т11 отметке +0.100, а Т21 на отметке +0.070» [22].

«На первом этаже в качестве отопительных приборов приняты Отечественные биметаллические секционные радиаторы фирмы "RIFAR". К радиаторам дополнительно поставляются монтажные комплекты с заглушкой, переходниками и крепежом. Каждый прибор оборудуется на подающей подводке регулирующим клапаном и термостатической головкой,

на обратке вентилем. Для удаления воздуха из прибора на каждом радиаторе в верхней части установлен кран Маевского, а для удаления воздуха в верхних точках магистрали устанавливаются воздухоотводчики. Радиаторы установлены преимущественно у наружных ограждений на высоте 200 мм от уровня пола и 50 мм от стены, для обеспечения их осмотра, очистки и ремонта. Радиаторы, которые установлены в спортивных залах, ограждены съемными деревянными решетками.

На втором этаже в качестве отопительных приборов приняты гладкотрубные регистры тип конфигурации S фирмы Юнит, которые производят в России. Каждый прибор оборудуется на подающей подводке регулирующим клапаном и термостатической головкой, на обратке вентилем. Для удаления воздуха из прибора на каждом регистре в верхней части установлен кран Маевского, а для удаления воздуха в верхних точках магистрали устанавливаются воздухоотводчики.

Прокладка трубопроводов в спортивном зале открытая, что отражено в тепловом расчете отопительных приборов. Уклон трубопроводов выполнен 0,002 в сторону ИТП для опорожнения системы. Для регулирования системы и возможности отключения, на каждой подающей магистрали распределительной гребенки и разветвлениях устанавливаются балансировочный клапан. На обратном трубопроводе устанавливается вентиль» [22].

3.2 Гидравлический расчет

«Гидравлический расчет системы отопления был выполнен в соответствии методике изложенной в [2], методом удельных линейных потерь давления на трение. Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов всей системы и определение потерь давления воды в них, при которых на всех участках системы отопления расход теплоносителя обеспечивал заданные тепловые нагрузки.

Для определения располагаемого давления в системе отопления воспользуемся формулой:

$$\Delta P_p = \Delta P_n \quad (19)$$

где ΔP_n – насосное циркуляционное давление и определяется по формуле:

$$\Delta P_n = 100 \times l_{\text{ГЦК}}, \quad (20)$$

где $l_{\text{ГЦК}}$ – длина всех последовательных участков, которые составляют главное циркуляционное кольцо в системе, м;

Среднее значение удельной потери давления по длине, определяем по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,9 \cdot \Delta P_p \cdot 0,65}{l_{\text{ГЦК}}} \gg [2] \quad (21)$$

Расчетные схемы представлены в приложении Б. Гидравлический расчет сведен и представлен в приложении В.

Пример для системы отопления 1:

$$\Delta P_n = 100 \times l_{\text{ГЦК}},$$

$$\Delta P_n = 100 \times 198,6 = 19860 \text{ Па}$$

$$\Delta P_p = \Delta P_n$$

$$\Delta P_p = 19860 \text{ Па}$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,9 \cdot \Delta P_p \cdot 0,65}{l_{\text{ГЦК}}}$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,9 \cdot 19860 \cdot 0,65}{198,6} = 58,5 \text{ Па/м}$$

Рассчитываем расходы воды на участке $G_{\text{уч}}$, кг/ч, по формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_r - t_o)}$$

$$Q_{\text{уч1}} = 38323 \text{ Вт.}$$

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot 38323 \cdot 1,02 \cdot 1,05}{(95 - 70)} = 1412 \text{ кг/ч}$$

Регулирование давления осуществляется с помощью клапан прямого RTD–N 15 фирмы «Danfoss».

Были приняты к установке биметаллические радиаторы RIFAR Base 350 согласно каталогу [16]. По паспорту отопительного прибора определяем тепловой поток одной секции радиатора $Q_{\text{НОМ}}^{\text{сек}} = 139$ Вт, масса 1,25 кг.

3.3 Тепловой расчет приборов отопления

«Для определения секций отопительного прибора необходимо определить тепловую мощность прибора:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}}, \text{ Вт}, \quad (22)$$

где $Q_{\text{пом}}$ – расчетные теплотери помещения, Вт;

$\beta_{\text{тр}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачу теплопроводов, при открытой прокладке труб, равен 0,9

$Q_{\text{тр}}$ – суммарная теплоотдача трубопроводов проложенных в пределах помещения, Вт.

Суммарную теплоотдачу труб находящихся непосредственно в пределе помещения определяют с помощью данной формулы:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}} + q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}}, \quad (23)$$

где $q_{\text{в}}$ и $q_{\text{г}}$ – теплоотдача 1 м вертикального и горизонтального проложения тубы в помещении, Вт/м;

$l_{\text{в}}$ и $l_{\text{г}}$ – длина вертикального и горизонтального теплопроводов в пределе помещения, м.

Расчетная плотность теплового потока определяется по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{норм}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \quad (24)$$

где $q_{\text{норм}}$ – расчетная плотность теплового потока с одного метра прибора, Вт/м²,

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

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}}, \quad (25)$$

где $t_{\text{вх}}$ и $t_{\text{вых}}$ – температура воды входящего и выходящего из прибора, °С;

$t_{\text{пом}}$ – температура помещения, °С.

$G_{\text{пр}}$ – расход воды в приборе определяем как:

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{пр}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})}, \text{ кг/ч}, \quad (26)$$

где n и p – экспериментальные коэффициенты, показывающие влияние гидравлических и конструктивных особенностей на коэффициент теплоотдачи прибор по [16].

Число секций биметаллического радиатора определяем по формуле:

$$N = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} \gg [20]. \quad (27)$$

Расчет сводится в приложение Г.

3.4 Подбор оборудования

Расход насоса на смешивание определяется по:

$$G_H = 1,1 \cdot u \frac{G_{co}, \frac{T}{ч}}{u+1}, \quad (28)$$

$$G_H = 1,1 \cdot 3,2 \frac{2483}{3,2 + 1} = 2,081 \frac{T}{ч},$$

$$u = \frac{T_1 - t_{\Gamma}}{t_{\Gamma} - t_o},$$

$$u = \frac{150 - 70}{95 - 70} = 3,2$$

Давление, развиваемое насосом, определяется по формуле:

$$P_H = 1,15 \cdot \Delta P_{co}, \text{ Па} \quad (29)$$

$$P_H = 1,15 \cdot 19528,4 = 22457,7 \text{ Па}$$

При подборе насоса учитываются два критерия: расход воды (2,08 т/ч) и давления (22,46 кПа).

Подбор осуществлен по каталогу [18].

Были выбраны основной и резервный насос марки Ридан RWS 20–60S
130

В приложение Д приведена подробная характеристика насосов.

Вывод по разделу 3 – В разделе «Проектирование системы отопления» «произведен гидравлический расчёт системы отопления, тепловой расчёт отопительных приборов, по результатам которого определены количество секций радиаторов, подобрано оборудование теплового пункта здания» [2].

4 Вентиляция

4.1 Требуемый воздухообмен в помещениях

«При наличии выделений теплоты в помещении расчёт требуемого воздухообмена для их поглощения выполняется с использованием диаграммы Рамзина, приложение Е. Методика расчёта требуемых воздухообменов приведена в справочнике [25].

Влаговыведения от людей:

Для спортзала в холодный период года $W = 0,122 \cdot 50 = 6,1$ кг/ч.

Для спортзала в тёплый период года $W = 0,194 \cdot 50 = 9,7$ кг/ч.

Для шейпинг зала в холодный период года $W = 0,122 \cdot 30 = 3,66$ кг/ч.

Для шейпинг зала в тёплый период года $W = 0,194 \cdot 30 = 5,82$ кг/ч.

Для зала атлетической гимнастики в холодный период года $W = 0,207 \cdot 20 = 4,14$ кг/ч» [20].

Для зала атлетической гимнастики в тёплый период года $W = 0,307 \cdot 20 = 6,14$ кг/ч.

Расчёты требуемого воздухообмена:

Для Шейпинг зала

Тёплый период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 30 = 2400 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,194 \cdot 30 = 5,82 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 5865 + (2500 + 1,8 \cdot 27) \cdot 5,82 = 35947 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{35947}{5,82} = 6144 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{5865}{498,5} = 11,77 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,3 \text{ } ^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 27 + 0,3 \cdot (2,9 - 2) = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 25 + 1 = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$L_{\Pi} = \frac{35947}{1,2 \cdot (60,5 - 58)} = 11982 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 5865}{1,2 \cdot (27,3 - 26)} = 13535 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вЛ}} = \frac{1000 \cdot 5,82}{1,2 \cdot (12,9 - 12,5)} = 12125 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = 13535 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 2400 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Холодный период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 30 = 2400 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,122 \cdot 30 = 3,66 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 6006 + (2500 + 1,8 \cdot 17) \cdot 3,66 = 30884 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{30884}{3,66} = 8438 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{6006}{498,5} = 12,05 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,5 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 17 + 0,5 \cdot (2,9 - 2) = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\Pi} = 17 - 3 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_{\Pi} = \frac{30884}{1,2 \cdot (20 - 15)} = 5147 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 6006}{1,2 \cdot (17,5 - 14)} = 5148 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вЛ}} = \frac{1000 \cdot 3,66}{1,2 \cdot (1 - 0,35)} = 4692 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = 5148 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 2400 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Так как $L^T > L^X$ и в помещении имеются окна, то за расчётный расход принимаем $L^X = 5148 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для спортивного зала

Тёплый период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 50 = 4000 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,194 \cdot 50 = 9,7 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 68633 + (2500 + 1,8 \cdot 27) \cdot 9,7 = 271800 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{271800}{9,7} = 28021 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{68633}{9915} = 6,92 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,3 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 27 + 0,3 \cdot (10 - 2) = 29,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 25 + 1 = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{п}} = \frac{271800}{1,2 \cdot (61,8 - 57)} = 47187,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 68633}{1,2 \cdot (29,4 - 26)} = 60559 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 9,7}{1,2 \cdot (12,62 - 12,45)} = 47549 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = 60559 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 4000 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Холодный период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 50 = 4000 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,122 \cdot 50 = 6,1 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 14705 + (2500 + 1,8 \cdot 17) \cdot 6,1 = 68375 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{68375}{6,1} = 11209 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{14705}{9915} = 1,48 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,1 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 17 + 0,1 \cdot (10 - 2) = 17,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 17 - 3 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{п}} = \frac{68375}{1,2 \cdot (20 - 15)} = 11396 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 14705}{1,2 \cdot (17,8 - 14)} = 11609 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 6,1}{1,2 \cdot (0,8 - 0,35)} = 11296 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = 11609 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 4000 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Так как $L^T > L^X$ и в помещении имеются окна, то за расчётный расход принимаем $L^X = 11609 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для зала атлетической гимнастики

Тёплый период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 20 = 1600 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,307 \cdot 20 = 6,14 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 3217 + (2500 + 1,8 \cdot 27) \cdot 6,14 = 27230 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{27230}{6,14} = 4435 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{ном}}} = \frac{3217}{335} = 9,6 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,4 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 27 + 0,4 \cdot (2,9 - 2) = 27,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 25 + 1 = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{п}} = \frac{27230}{1,2 \cdot (61 - 57,9)} = 7320 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 3217}{1,2 \cdot (27,4 - 26)} = 6894 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 6,14}{1,2 \cdot (13,2 - 12,5)} = 7310 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{п}} = 7320 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 1600 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Холодный период:

$$L_{\text{сан}} = 80 \cdot 20 = 1600 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$$

$$W_{\text{л}} = 0,207 \cdot 20 = 4,14 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 4623 + (2500 + 1,8 \cdot 17) \cdot 4,14 = 27120 \text{ кДж/ч}$$

$$\varepsilon = \frac{27120}{4,14} = 6551 \text{ кДж/кг}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{ном}}} = \frac{4623}{335} = 13,8 \text{ Вт/м}^3$$

$$\text{grad } t = 0,5 \text{ }^\circ\text{C/м}$$

$$t_{\text{y}} = 17 + 0,5 \cdot (2,9 - 2) = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 17 - 3 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{п}} = \frac{27120}{1,2 \cdot (20,8 - 15)} = 3897 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 4623}{1,2 \cdot (17,5 - 14)} = 3963 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 4,14}{1,2 \cdot (1,2 - 0,35)} = 4059 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = 4059 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 1600 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{условие выполняется}$$

Так как $L^T > L^X$ и в помещении имеются окна, то за расчётный расход принимаем $L^X = 4059 \text{ м}^3/\text{ч}$.

4.2 Определение воздухообмена по кратности. Воздушный баланс

«Для остальных нерасчетных помещений расход вентилируемого воздуха определяется по нормируемой кратности и рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V,$$

(29)

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1} , принимается по [3]

V – внутренний объем помещения, м^3

Или расход определяется по санитарной норме на 1 прибор или на 1 человека» [3] по формуле:

$$L = l_{\text{сан}} \cdot n, \quad (30)$$

Расчет воздухообмена по кратности сведен в таблицу 12.

Таблица 12 – Воздухообмен в помещениях

№	Наим. Помещения	тв, С	Объем пом-я, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч	к, ч ⁻¹	L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1 этаж							
101	Кабинет (1)	19	46,55	3	139,65	3	139,65
102	Кабинет (2)	19	47,21	3	141,63	3	141,63
103	Кабинет (4)	19	28,25	3	84,75	3	84,75
104	Раздевалка Ж (8)	20	54,71	75 м ³ /ч на 1 душ. Сетку	150	0	0
105	Коридор (20)	16	218,9	3	656,7	2	437,8

№	Наим. Помещения	тв, С	Объем пом-я, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч –1	L, м ³ /ч	к, ч –1	L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
106	Раздевалка М (18)	20	55	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	150	0	0
107	Раздевалка (31)	20	74,41	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	450	0	0
108	Раздевалка (35)	20	41,12	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	225	0	0
109	Кабинет (38)	19	28,07	3	84,21	3	84,21
110	Раздевалка (42)	20	29,058	0	0	2	58,116
111	Кабинет (39)	19	47,36	3	142,08	3	142,08
112	Кабинет (44)	19	46,4	3	139,2	3	139,2
113	Коридор (43)	16	140	3	420	2	280
114	Шейпинг зал	17	498,51	По расчету	5148	По расчету	5148
115	Коридор (3)	16	171,04	3	513,12	2	342,08
116	Зал атл. Гимнастики	17	335,15	По расчету	4059	По расчету	4059
117	Склад (24)	15	63,22	0	0	1	63,22
118	Санузел М (11,12)	16	49	0	0	50м ³ /ч на унитаза	150
119	Санузел Ж (13,14)	16	49	0	0	50м ³ /ч на унитаза	150
120	Санузел Ж (6)	16	18	0	0	50м ³ /ч на унитаза	100
121	Душ (34)	25	41,18	0	0	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	225
122	Душ (27–30)	25	32,5	0	0	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	300
123	Душ Ж (21)	25	10,76	0	0	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	75
124	Душ М (15)	25	14,8	0	0	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	150
125	Душ Ж (7)	25	13,75	0	0	75м ³ /ч на 1 душ. Сетку	150
126	Подсобное (32)	15	32,3	0	0	1	32,3
127	Душ 26					75м ³ /ч на 1 душ.	150

№	Наим. Помещения	тв, С	Объем пом-я, V, м ³	Приток		Вытяжка	
				к, ч –1	L, м ³ /ч	к, ч –1	L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
						Сетки	
128	Санузел М (16,17)	16	16,94	0	0	50м ³ /ч на унитаза	100
				Σ	12503	Σ	12737
2 этаж							
201	Раздевалка Ж (1а)	20	45,5	0	0	2	91
202	Спортивный зал	17	9915,2	По расчету	11609	По расчету	11609
203	Раздевалка Ж (1б)	20	45,5	0	0	2	91
204	Раздевалка М (1а)	20	45,5	0	0	2	91
205	Раздевалка М (1г)	20	45,5	0	0	2	91
				Σ	11609	Σ	11973

Дисбаланс по вытяжке на первом этаже $L=234 \text{ м}^3/\text{ч}$, для достижения воздушного баланса добавим эту разницу в коридор по вытяжке. На втором этаже $L=364 \text{ м}^3/\text{ч}$ добавляем к расчетному притоку на спортзал.

4.3 Выбор принципиальных решений по вентиляции здания

В спортивном комплексе запроектирована механическая приточно–вытяжная вентиляция. Предусматривается четыре приточных установки П1 – обслуживающая административные помещения, П2 – спортивный зал, П3 – шейпинг зал, П4 – зал атлетической гимнастики. Вытяжные системы вентиляции В1, В8 – удаляет воздух из административных помещений, В2, В3 – спортивного зала, В4 – шейпинг зала, В5 – зала по атлетической гимнастики, В6, В7 душевых и санузлов.

В данном здании предусматривается одно помещение 23 на осях В–Г и 4–7 расположенные как пристройки по бокам четыре помещения 23а, 23б, 23в, 23г, для размещения вентиляционного оборудования. Приточная

установка П1 с температурой притока в холодный период года $t_p=18^{\circ}\text{C}$, фирмы, Breezart 3700 Aqua, которая состоит из следующих секций: воздушный клапан, фильтра, водяного нагревателя, вентилятор и шумоглушителя. П2 с приточной установкой Breezart 12000 Aqua, $t_p=14^{\circ}\text{C}$, П3 с установкой, Breezart 6000 Aqua $t_p=14^{\circ}\text{C}$, П4 с установкой Breezart 4500 Aqua, $t_p=14^{\circ}\text{C}$.

Забор наружного воздуха осуществляется через подземные каналы, которые проложены с восточной стороны.

Системы П1, расположены на отметке +2,800 первый этаж, В1 +2,800. Система вентиляции спортивного зала П2, находится на отметке +7,200 второй этаж, В2, В3 +11,200. Системы обслуживающие шейпинг зал и зал атлетической гимнастики П3, П4 проходят на отметке +2,700, В4, В5 +2,800.

Вытяжные системы В6, В7 располагаются на отметке+2,800.

Вытяжка из помещений осуществляется через решётки, установленные в верхней зоне, при помощи крышных вентиляторов, выброс воздуха осуществляется на отметке +1,000 от уровня кровли.

«Большую часть воздухораспределителей устанавливается на воздуховоды и на стену, решетки АДР–М, КМУ и круглые диффузорные воздухораспределители типа ДПУ–М. Решётки АДР–М имеют прямоугольную форму и монтируются на стену с помощью пружинных фиксаторов. Воздухораспределители ДПУ–М монтируются на подшивной потолок при помощи саморезов. Решетки КМУ и КМР устанавливаются на круглых воздуховодах путем врезки.

Крепление воздуховодов осуществляется с помощью подвесов, состоящих из шпильки и хомута для обеспечения жесткости конструкции. Соединение воздуховодов – бандажное» [3].

4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

«Целью расчета воздухораспределительных устройств является выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также определение максимальной скорости движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормированной температуры воздуха в рабочей зоне. Методика расчёта воздухораспределительных устройств изложена в справочнике [3].

В зависимости от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена для спортивного зала был подобран тип и количество воздухораспределителей – КМУ 600x250 фирмы по каталогу [13] в количестве 6 штук, $F_0=0,134 \text{ м}^2$, $m=4,5$, $n=3,2$, $kmc= 2,2$ » [20].

Определим расход через 1 воздухораспределитель:

$$\Delta t_0 = 17 - 14 = 3^\circ \text{C}$$

$$L_0 = \frac{L}{N}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}; L_0 = \frac{11973}{4} = 2993,3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad (31)$$

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$v_0 = \frac{L_0}{F_0 \cdot 3600}, \text{ м/с}; v_0 = \frac{2993,3}{0,134 \cdot 3600} = 6,205 \text{ м/с} \quad (32)$$

«Для определения максимальной скорости воздуха на основном участке струи на входе в рабочую зону, необходимо узнать дальность струи x , для горизонтальной струи дальность определяется из условия:

$$y = \frac{x^3}{3H^2} \quad (33)$$

где y – высота воздухораспределителя

H – геометрическая характеристика струи, определяется по формуле:

$$H \approx 5,45 \frac{mV_0 \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n\Delta t_0}} \quad (34)$$

$$H \approx 5,45 \frac{4,5 \cdot 6,205 \sqrt[4]{0,134}}{\sqrt{3,2 \cdot 3}} = 29,72$$

Зная геометрическую характеристику струи и высоту воздухораспределителя можем найти ее дальность, воспользовавшись формулой (33)

$$4 = \frac{x^3}{3 \cdot 29,72^2}$$

$$x^3 = 4 \cdot 3 \cdot 29,72^2 = 10599$$

$$x = 21,97 \text{ м}$$

k_c – коэффициент стеснения струи, определяется по справочнику [3, табл. 3.5], в зависимости от величины: $\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\Pi}}}$ и соотношения $F = \frac{F_0}{F_{\Pi}}$

где F_{Π} – площадь поверхности ограждения, расположенной перпендикулярно направлению движения струи в расчете на одну струю» [20].

$$F_{\Pi} = \frac{F_{\text{пола}}}{N}, \text{ м}^2; F_{\Pi} = \frac{400}{6} = 67 \text{ м}^2 \quad (35)$$

$$F = \frac{F_0}{F_{\Pi}}, \text{ м}^2; F = \frac{0,134}{67} = 0,002 \text{ м}^2 \quad (36)$$

$$\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\Pi}}}; \bar{x} = \frac{21,97}{4,5 \cdot \sqrt{67}} = 0,597 \quad (37)$$

$$k_c = 1$$

k_B – «коэффициент взаимодействия струй, зависит от количества струй и расстояния между ними, определяется по справочнику [17, табл. 3,7], исходя из величины: $\frac{x}{l}$

где l – расстояние, равное половине расстояния между струями» [3].

$$\frac{x}{l}; \frac{21,97}{2} = 11 \quad (38)$$

$$k_B = 0,85$$

Чтобы определить k_H , необходимо узнать соотношение:

Т.к. $\frac{H}{\sqrt{F_0}} < 100$, то k_H определяется по формуле:

$$k_H = \sqrt{1 + \frac{x}{H}}; \quad (39)$$

$$k_H = \sqrt{1 + \frac{21,97}{29,72}} = 1,32;$$

Скорость воздуха на основном участке струи

$$V_x = \frac{mV_0\sqrt{F_0}}{x} k_c k_B k_H \quad (40)$$

$$V_x = \frac{4,5 \cdot 6,205 \cdot \sqrt{0,134}}{21,97} \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,32 = 0,465 \text{ м/с}$$

«При выполнении расчетов должно выполняться условие

$$V_x \leq k \cdot V_B, \quad (41)$$

где k – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, определяемый по СП [22]

V_B – нормируемая подвижность воздуха внутри помещения

$$1,8 \cdot 0,5 = 0,9$$

$0,465 < 0,9$ – первое условие выполняется

Определение максимальной разности температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_x = \frac{n\Delta t_0\sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_c k_H} \quad (42)$$

$$\Delta t_x = \frac{3,2 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,134}}{21,97} \cdot \frac{0,85}{1 \cdot 1,32} = 0,103 \text{ }^\circ\text{C}$$

Максимальная разность температур не должна превышать допустимое отклонение, величина которого определяется по СП [22 прил. Д2]

$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $0,103 < 1,5$ – второе условие выполняется» [3].

Исходя от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена для шейпинг зала подобраны воздухораспределители ДПУ–М 250 фирмы Арктос по каталогу [13] в количестве 5 штук, $F_0=0,046 \text{ м}^2$, $m=0,8$, $n=0,7$

$$\Delta t_0 = 17 - 14 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_0 = \frac{5148}{14} = 368 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

$$\vartheta_0 = \frac{368}{0,046 \cdot 3600} = 2,2$$

$$H \approx 5,45 \frac{0,8 \cdot 2,2^4 \sqrt{0,046}}{\sqrt{0,7 \cdot 3}} = 3,07$$

$$x = 3,07 - 2 = 1,07 \text{ м};$$

$$F_{\text{п}} = \frac{171,9}{14} = 12,3 \text{ м}^2,$$

$$F = \frac{0,046}{12,3} = 0,0037 \text{ м}^2 ,$$

$$\bar{x} = \frac{1,07}{0,8 * \sqrt{12,3}} = 0,038$$

$$\frac{x}{l}; \frac{1,07}{0,95} = 1,13$$

Для компактных струй $k_c = 1$ по справочнику [17]

$k_b = 1,3$ по справочнику [17, табл.3.8]

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \frac{3}{2} * \left(\frac{1,07}{3,07}\right)^2} = 1,06$$

$$V_x = \frac{0,8 \cdot 2,2 \cdot \sqrt{0,046}}{1,07} * 1 * 1,3 * 1,06 = 0,49 \text{ м/с.}$$

$$V_x \leq k * V_b,$$

$0,49 < 1,8 * 0,5 = 0,9$ – условие выполняется.

где $\Delta t_0 = t_b - t_{\text{п}} \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_x = \frac{0,7 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,046}}{1,07} * \frac{1,3}{1 * 1,06} = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ $0,52 < 1,5$ – второе условие выполняется.

4.5 Аэродинамический расчет систем вентиляции

«Аэродинамический расчет производится для определения диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и потерь давления» [3].

В приложении 3 представлены результаты расчетов, в приложении И расчетные схемы систем вентиляции. Методика аэродинамического расчёта изложена в справочнике [3].

4.6 Подбор оборудования

П1: В данном в спортивно оздоровительном комплексе устанавливается приточная камера фирмы "Breezart". По расходу приточного воздуха, потерям давления в сети и температуре приточного воздуха, с учетом 15% запаса подбирается приточная установка по каталогу [17]. С параметрами $L=3146 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=199 \text{ Па}$, $t_{п}=18 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Определена приточная установка Breezart 3700 Aqua.

П2: Приточная установка Breezart 12000 Aqua. С параметрами $L=11973 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=268 \text{ Па}$, $t_{п}=14 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

П3: Breezart 6000 Aqua. С параметрами $L=5148 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=71 \text{ Па}$, $t_{п}=14 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

П4: Breezart 4500 Aqua. С параметрами $L=4059 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=81 \text{ Па}$, $t_{п}=14 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В1: Подбор вентилятора для системы осуществляется по расходу воздуха и потерям давления в сети, с учетом 15% запаса. По каталогу [16]. $L=1237 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=192 \text{ Па}$, выбран крышной вентилятор RMVE–HT 225 Shuft.

В2: Характеристики крышного вентилятора $L=5805 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=114 \text{ Па}$ подобран вентилятор RMVE–HT 450 Shuft .

В3: Характеристики крышного вентилятора $L=5805 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=114 \text{ Па}$, подобран вентилятор RMVE–HT 450 Shuft.

В4: Характеристики крышного вентилятора $L=5148 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=135 \text{ Па}$ подобран вентилятор RMVE–HT 450 Shuft.

В5: Характеристики крышного вентилятора $L=4059 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=126 \text{ Па}$, подобран вентилятор RMVD 630/950–8–VIM

В6: Характеристики крышного вентилятора $L=675 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=145 \text{ Па}$, подобран вентилятор RMVD 630/950–8–VIM.

В7: Характеристики крышного вентилятора $L=800 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=128 \text{ Па}$, подобран вентилятор RMVD 630/950–8–VIM.

В8: Характеристики крышного вентилятора $L=711 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=125 \text{ Па}$, с учетом запаса, подобран вентилятор RMVD 630/950–8–VIM. Технические характеристики оборудования представлены в виде заказного листа в приложение К

Вывод по разделу 4 – В разделе «Вентиляция» выполнен расчёт требуемых воздухообменов, составлен воздушный баланс для спортивных залов, выполнен расчёт воздухораспределительных устройств и аэродинамический расчёт систем вентиляции, в результате которого подобраны диаметры воздуховодов и подобраны оборудования систем вентиляции.

5 Контроль и автоматизация

Схема автоматизации теплового пункта разрабатывается для того, «чтобы наглядно представить все элементы системы, их взаимосвязи и последовательность работы. Это помогает специалистам понять, как работает система, какие элементы нужно контролировать, как они взаимодействуют друг с другом и какие параметры нужно измерять.

Кроме того, схема позволяет выявить возможные проблемы и неисправности, а также предложить оптимальные решения для их устранения. Также схема может использоваться для обучения новых сотрудников.

Основными элементами схемы автоматизации ИТП являются контроллеры, датчики, исполнительные механизмы, модули ввода–вывода, модули связи и другие приборы. Контроллеры собирают данные с датчиков, обрабатывают их и передают команды на исполнительные механизмы. Датчики измеряют параметры теплоносителя, модули ввода–вывода обеспечивают взаимодействие контроллеров с другими устройствами, а модули связи обеспечивают передачу данных об отоплении на удаленные серверы или мобильные устройства» [25],

В нашем ИТП используется комплект автоматики АГАВА 6432. ТП.

- регулирования потребляемой тепловой энергии системы отопления;
- регулирования температуры носителя в системе горячего водоснабжения;
- регулирования температуры носителя в системе вентиляции

Задачи автоматизации теплового пункта:

- контроль параметров теплоснабжения: температуры, давления и расхода. Это позволяет поддерживать заданные параметры и предотвращать перегрев или переохлаждение системы.

- «управление насосами и клапанами: автоматическое регулирование работы насосов и клапанов для обеспечения оптимального режима работы системы.
- защита оборудования от аварийных ситуаций: автоматическое отключение оборудования при возникновении аварийных ситуаций, таких как перегрев, перегрузка, короткое замыкание и т.д.
- учет потребляемого тепла: сбор и анализ данных о расходе тепла и его стоимости, что позволяет оптимизировать затраты на отопление и горячее водоснабжение» [25].

Функциональная схема ИТП приведена на рисунке 1.

Вывод по разделу 5 – В разделе «Контроль и автоматизация» разработана функциональная схема ИТП и подобран комплект автоматики и описаны основные принципы работы автоматизированного оборудования теплового пункта

Функциональная схема ИТП

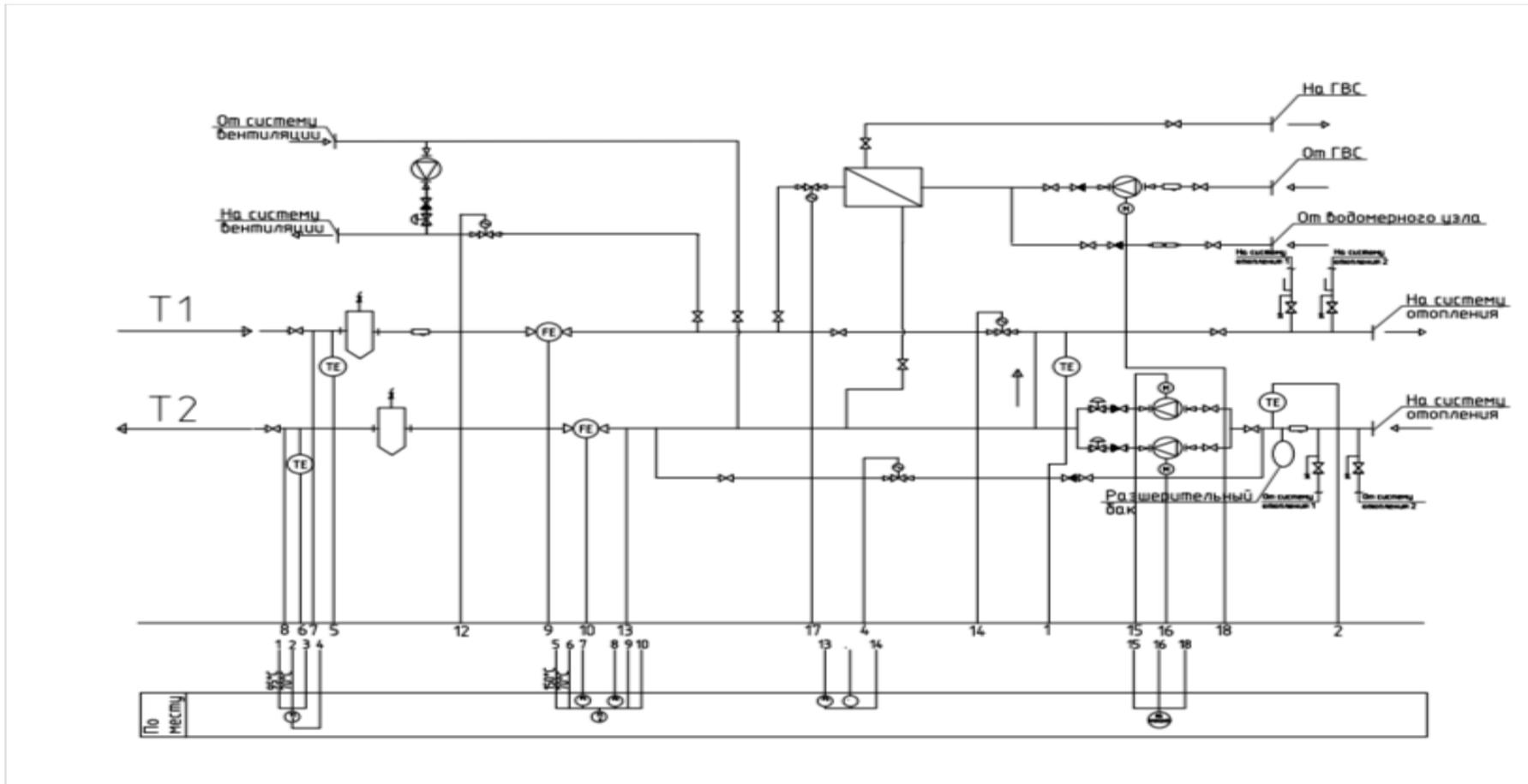


Рисунок 1 – Функциональная схема ИТП

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Безопасность, профессиональные риски и их предотвращение

Профессиональная деятельность может нести некоторые риски для здоровья человека. «Во избежание травм и заболеваний, в результате работы с профессиональным оборудованием применяются некоторые методы и средства по снижению опасных факторов производства.

Таблица 13 – Технологический паспорт физкультурно–оздоровительного комплекса

«Работы, выполняемые на объекте	Тех. операция.	Наим. должности рабочего	Оборудование	Материалы
Установка системы отопления	Сварка труб и приборов отопления	Специалист по монтажу системы отопления	Сварочный аппарат, труборез	Электроды, трубопроводы, кронштейны, муфты т.д.
Монтаж системы вентиляции	Работа с перфоратором.	Монтажник систем вентиляции	Перфоратор	Пыли
	Подключение эл. оборудования	Электрик	Эл. щиты	Электрический ток» [7].

Риск получения травмы при монтаже систем достаточно велик, и чтобы разработать мероприятия по обеспечению безопасности труда нужно определить вероятные риски» [7]. Опасные и вредные производственные факторы определяются по [7]. Риски представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Определение профессиональных рисков

«Работы, выполняемые на объекте»	Вредный производственный фактор	Источник вредного производственного фактора
Установка системы отопления	Высокий уровень запыленности и загазованности на рабочем месте	Монтаж системы при помощи перфоратора, сварка труб сварочным аппаратом
	Высокая температура поверхностей рабочей области.	Сварка при помощи сварочного аппарата
	Высокий уровень шума и вибраций на рабочем месте.	Монтаж систем при помощи перфоратора
	Необработанные острые куски, кромки на заготовках, острые элементы оборудования.	Резка труб труборезом.
	Монотонный труд	Большое количество однотипных задач
Монтаж системы вентиляции	Высокий уровень запыленности и загазованности на рабочем месте.	Монтаж систем при помощи перфоратора
	Высокий уровень шума и вибраций на рабочем месте.	Монтаж систем при помощи перфоратора
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Монтаж вентиляционных каналов
	Повышенный уровень вибрации	Работа с перфоратором
	Работа на высоте	Монтаж вентканалов
	Недостаточное освещение	Монтаж вентканалов
	Риск получения удара электрическим током	Подключение оборудования» [7].

После того как определены все возможные профессиональные риски, требуется определить мероприятия по защите от вредных производственных факторов. Средства защиты определяются по [7], [26]. Данные по методам и средствам защиты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Методы и средства индивидуальной защиты

«Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивид. защиты
2	3	4
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Использование переносных малогабаритных воздухоприемников, обеспечение спецодеждой и средствами индивидуальной защиты; Разработка шумобезопасной техники, применение средств и методов коллективной защиты, индивидуальные средства защиты	Закрытый лицевой щиток сварщика, респираторы, костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, каска строительная, против шумные наушники с креплением на защитной каске, сапоги резиновые, краги сварщика, страховочная система пятиточечная» [26].
Повышенный уровень шума на рабочем месте		
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и	Средства индивидуальной защиты, спецодежда	
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов		
Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)	Использование предохранительных приспособлений, применение лесов, площадок, лестниц и стремянок для строительномонтажных работ	

6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
г.о. Тольятти. ФОК. Место сварки и резки трубопроводов и воздуховодов	Труборез; сварочный аппарат; электроинструмент.	Класс Е	Пламя и искры	Образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженернотехнического оборудования» [29].

«Класс Е – пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением. Обоснование: возможность воспламенения металла при сварке; воспламенение оборудования; короткое замыкание, что приводит к выходу электрооборудования из строя» [28].

Таблица 17 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Песок, вода, огнетушители	Пожарный автомобиль	Пожарные гидранты, щиты со средствами и пожаротушения	Не предусмотрено	Огнетушители, щиты со средствами и пожаротушения	Противогазы, респираторы, пути эвакуации	Лом, топор, ведро, клещи, лопата, багор	Пожарные извещатели, пожарная сигнализация, телефоны «01» и «112»

Главную ответственность за противопожарные мероприятия несет руководитель объекта. «Противопожарные мероприятия – комплекс

мероприятий для обеспечения пожарной безопасности. В этот комплекс входит:

- Строгое соблюдение установленных правил противопожарного режима;
- Контроль и надзор за корректной и безопасной эксплуатацией, ремонтом всего объекта и его отдельных элементов;
- Обеспечение исправного состояния объекта по части пожарной безопасности.

Для объекта следует разработать план пожарной эвакуации и распределить их по зданию, на плане эвакуации указываются эвакуационные выходы, места расположения пожарных кранов и огнетушителей. При изменении планировки здания, данные изменения требуется отобразить на планах. Так же требуется размещать знаки пожарной безопасности, над эвакуационными выходами располагаются знаки «Выход» в дальних коридорах и в местах, где человек может заблудиться устанавливаются знаки направления движения, над пожарными кранами устанавливаются знаки «ПК», так же указываются места расположения огнетушителей.

В спортивном комплексе необходимо размещать телефоны для связи с пожарными. Над ними располагать знак «При пожаре звонить 01». Ответственный за пожарную безопасность на объекте должен быть обучен пожарно–техническому минимуму.

При возникновении возгорания персонал спортивно–оздоровительного комплекса обязан сообщить о случившемся руководителю организации и ответственному по пожарной безопасности. Руководитель или ответственное лицо сообщает о пожаре на пульт дежурной службы, оповещает весь персонал объекта и совместными силами организует эвакуацию из здания в безопасное место. Кроме этого периодически следует проверять объект на соответствие нормам пожарной безопасности: следить за наличием средств пожаротушения и индивидуальных средств защиты, следить за исправность

систем пожарной безопасности, контролировать отсутствие посторонних предметов на путях эвакуации которые затрудняют проход» [28,29].

Вывод по разделу 6 – В данном разделе составлен технический паспорт объекта, «который устанавливает характеристики технологического процесса монтажа системы отопления с помощью газовой сварки, и определяет оборудование, приспособления и материалы, необходимые для работы газосварщика. На основе данного паспорта проведена идентификация профессиональных рисков» [28], классов и факторов пожара согласно [28,29] и представлены методы, технические средства для снижения рисков, возникающих при монтаже, согласно [28,29].

7 Организация монтажных работ

Монтаж производится по точным методам бригадой состоящей из пяти человек: 6 разряда– 1 человек, «5»–1 чел., «4»–1 чел., «3»–1 чел., «2»–1 чел. Монтаж ведется согласно СП [26] и по [19] тепловой технической карте на монтаж воздуховодов.

«Перед тем как приступить к монтажу воздуховодов и оборудования, следует произвести ряд подготовительных работ: разбить воздуховоды на трассы, разбивка происходит согласно рабочему проекту, определить все размеры и привязки воздуховодов, отступы, места крепления к стенам или к потолку, определить, согласно проекту места установки воздухораспределителей.

При монтаже происходит сборка всех частей системы вентиляции в одно целое. При этом изначально следует произвести монтаж обвязки оборудования, после чего производить сборку оставшихся частей воздуховода.

Крепление воздуховодов к стенам происходит при помощи специальных кронштейнов, крепление воздуховодов к потолку происходит с помощью подвесов, состоящих из хомута и шпильки для обеспечения жесткости конструкции. Соединение воздуховодов производится при помощи бандажа.

Монтаж оборудования производить строго по паспорту на оборудование или по рекомендациям к монтажу. Присоединение оборудования к воздуховодам производится только после монтажа самого оборудования.

После окончания монтажных работ требуется произвести визуальный осмотр всех компонентов системы, проверить на прочность соединения воздуховодов, визуально осмотреть систему на предмет внешних повреждений, проверить работу запорных, регулирующих и воздухораспределительных устройств, оценить правильность монтажа всей системы в целом. После того как проведена визуальная проверка системы

требуется провести аэродинамические испытания системы согласно СП [26] и по [19]» [2].

Таблица 18 – Комплектовочная ведомость системы П1

№ Детали	Наим. детали	Диаметр мм	Длина, м	Центр. угол	Кол-во	Поверхности, м2		Примечание
						Ед.	Всего	
12	П	450	3	–	1	4,60	4,60	Вин-тел
48		355	3	–	1	3,54	3,54	
1	Пн	450	0,3	–	1	0,78	0,78	Вин-тел
4		450	2,22		1	3,50	3,50	
8		450	1,84		1	2,96	2,96	
14		450	0,76		1	1,43	1,43	
18		400	1,55		1	2,20	2,20	
22,27,58		355	1,43		3	1,79	5,38	
32,62		315	1,43		2	1,57	3,14	
67,37		250	1,43		2	1,22	2,44	
71		200	1,43		1	0,96	0,96	
43		200	1,4		1	0,94	0,94	
76		160	1,35		1	0,72	0,72	
2,6,10	Отвод	450	0,72	90	3	1,19	3,57	Вин-тел
45,78		250	0,545	90	2	0,56	1,12	
51		355	0,578	90	1	0,74	0,74	
16	Тройник	450*400*355	1,07	30	1	1,93	1,93	Вин-тел
20		400*250*355	0,4	90	1	1,65	1,65	
25,55		355*250*355	0,4	90	2	1,29	2,58	
29,60,		355*250*315	0,4	90	2	1,02	2,04	
34,65		315*250*250	0,4	90	2	0,9	1,8	
39,69		250*250*200	0,4	90	2	0,53	1,06	
73		200*250*160	0,4	90	1	0,43	0,43	
44	Переход	250*200	0,1	–	1	0,17	0,17	Вин-тел
77		250*160	0,154	–	1	0,19	0,19	
Всего:							49,87	

Комплектовочная ведомость и ведомость затрат труда приведены в таблицах 18 и 19.

Вывод по разделу 7 – В разделе ‘Организация монтажных работ’ посчитаны объёмы работ при монтаже системы вентиляции, а также

определена трудоемкость выполняемых работ. Также приведень общий принцип монтажа системы вентиляции согласно СП [26] и по [19].

Таблица 19 – Ведомость затрат труда

№	Шифр норм.	Наименование работ	Состав звена	Ед. изм.	Объем работ	Норма на ед. изм. чел-час	Затраты труда на весь объем чел-час
1	2	3	4	5	6	7	8
1	E10-5	Монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов укрупненными блоками до 250 мм	5 разр. -1 «4»-1 «3»-1 «2»-1	м ²	5,06	0,65	3,29
		Монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов укрупненными блоками до 355 мм			12,06	0,62	7,48
		Монтаж прямых и фасонных частей воздухопроводов укрупненными блоками до 560 мм			15,47	0,36	5,57
2	E10-2	Приточные камера	6 разр. -1 «4» -1 «3» -2	т	1	22,5	22,25
3	E10-12	Монтаж воздухораспределителей	5 разр. -1 «3» -1 «3» -1	м ²	12	0,72	8,64
Итого:							47,23
Подготовительные работы:							1,89

Неучтенные работы:	4,72
Всего	53,84

Заключение

По результатам выполненной работы следует сделать выводы:

- В разделе «Исходные данные» был рассмотрен объект проектирования, приведены параметры внутреннего и наружного воздуха, и также описан источник теплоснабжения.
- В разделе «Теплотехнический расчёт» выполнен расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции, расчёт требуемых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций, расчёт теплопотерь и тепlopоступлений здания, сделан тепловой баланс.
- В разделе «Проектирование системы отопления» произведен гидравлический расчёт системы отопления, в результате которого, был подобран насос и диаметры труб и тепловой расчёт, по результатам которого, определены количество секций радиаторов.
- В разделе «Вентиляция» выполнен расчёт требуемых воздухообменов, составлен воздушный баланс, выполнен расчёт воздухораспределительных устройств и аэродинамический расчёт систем вентиляции, в результате которого подобраны диаметры воздуховодов и подобраны оборудования систем вентиляции.
- В разделе «Контроль и автоматизация» разработана функциональная схема ИТП и подобран комплект автоматики и описаны основные принципы работы автоматизированного оборудования ТП.
- В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведены методы и средства по уменьшению опасных факторов работы, во избежание травм и заболеваний, в процессе работы с профессиональным оборудованием.
- В разделе «Организация монтажных работ» посчитаны объёмы работ при монтаже системы вентиляции, а также определена трудоемкость выполняемых работ.

В данной работе все цели и задачи выполнены и достигнуты.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Богословский В. Н. и др. Отопление и вентиляция / В. Н. Богословский, В. П. Щеглов, Н. Н. Разумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с., ил.
2. Внутренние санитарно–технические устройства. В 3 ч. Ч.1 Отопление (Справочник проектировщика) / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4 изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 334с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://djvu.online/file/FHjdy5OuLJiOV> (дата обращения : 15.01.2024).
3. Внутренние санитарно–технические устройства. Справочник проектировщика часть 3, книга 2 – «Вентиляция и кондиционирование воздуха» / под ред. Н.Н. Павлова – М.: Стройиздат, 1992. – 246 с.
4. ГОСТ 30494–2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении. [Электронный ресурс]. Введ. 2013.01.01. – Режим доступ: <http://docs.cntd.ru/document/1200095053> (дата обращения 22.01.2024). – Текст: электронный.
5. ГЭСН 81–02–16–2001 государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник №16. Трубопроводы внутренние. – Госстрой России – М.: МЦЦС Госстроя России, 2000. – 60 с.
6. ГОСТ 3262–75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 1977.– 01. – 01. – Режим доступ: <http://docs.cntd.ru/document/gost-3262-75>
7. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – Дата введения: 2017–03–01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 16.01.2024).
8. ЕНиР. Сборник Е22. Сварочные работы. Выпуск 2. Трубопроводы. – Госстрой СССР – М.: Стройиздат 1986. 96 с.

9. ЕНиР. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 1. Санитарнотехническое оборудование зданий и сооружений. – Госстрой СССР – М.: Стройиздат 1986. 96.

10. Компания Breezart. Технический каталог. Приточные камеры. [Электронный ресурс] Режим доступ: <http://www.breezart.ru/catalog/input/>

11. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских промышленных зданий/ В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208с.

12. Компания Венткомфорт. Технический каталог. Крышные вентиляторы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.arktos.ru/catalogue.php?act=view&islast=0&chain=44:63>
Технический каталог. Приточные воздухораспределители. [Электронный ресурс] Режим доступ: http://www.ventkomfort.ru/krishnie_ventilyatori_rmv_ht.htm

13. Компания Arktos. Технический каталог. Приточные воздухораспределители. [Электронный ресурс] Режим доступ: <http://www.arktos.ru/catalogue.php?act=view&islast=0&chain=44:63>

14. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине “Отопление“ на тему "Отопление и вентиляция многоквартирного жилого дома" / В.Г. Новосельцев – 2013 г. – 57с. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.bstu.by/uploads/attachments/metodichki/kafedri/TGV_Otoplenie.pdf.

15. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование, Справочник/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин и др.–Киев.: Будивельник, 1983. – 272 с.. – М.: Стройиздат, 1985. – 208с.

16. Паспорт радиатора Rifar Base. Режим доступ: <https://rifar.ru/>
https://rifar.ru/upload/iblock/4c3/tekhnicheskij-katalog_2024_curves_preview.pdf

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

18. Подбор радиатора по каталогу Ридан. Режим доступ: <https://ridan.ru/instruments/configurator-pumps>

19. Р НОСТРОЙ 2.15.3–2011 Рекомендации по испытанию и наладке систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

20. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003 [Электронный ресурс]. – Дата введения : 2013.07.01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 22.01.2024). – Текст: электронный.

21. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования. Дата введения 2018–05–15. Статус– действующий.

22. СП 60.13330.2020 Свод правил. Отопление, вентиляции и кондиционирование воздуха.

23. СП 131.13330.2020 «СНиП 23–01–99* Строительная климатология»

[Электронный ресурс]. – Дата введения: 2021–06–24. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения: 22.01.2024). – Текст: электронный

24. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41–03–2003 (с Изменением N 1) СП (Свод правил) от 27.12.2011 N 61.13330.2012 Применяется с 01.01.2013 взамен СНиП 41–03–2003.

25. СП 41–101–95 Проектирование тепловых пунктов. Режим доступ: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/88c/4294851779.pdf>

26. СП 73.13330.2016 Свод правил внутренние санитарно–технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01–85. Документ введен в действие с 1 апреля 2017 года.

27. 7–ФЗ. Федеральный закон. Об охране окружающей среды (с

изменениями на 9 марта 2021 года) [Электронный ресурс]. – Дата введения: 2002–01–10. URL: (дата обращения 03.06.2021).

28. 123–ФЗ. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2018 года) [Электронный ресурс]. – Дата введения: 2009–09–01. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644?section=status> (дата обращения 18.01.2024).

29. 69–ФЗ. Федеральный закон. О пожарной безопасности (с изменениями на 29 декабря 2022) [Электронный ресурс]. – Дата введения: 1994–12–21. URL: https://10.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-02-15/normativnye-pravovye-akty_1676444483642712840.pdf (дата обращения 19.01.2024).

Приложение А

Расчет теплотерь помещений спортивного комплекса

Таблица А.1– Теплотери спортивного комплекса

Помещени я	Наимено- вание помеще- ния	Полезная F, м2	Сто- роны свет а	Наимено- вание ограж- дения	Пло- щадь, F м2	Внутр . ств, оС	Раз- ница тем- п . тв–тн	Коэффиц . тепл. к Вт/(м2*С)	Дополнительные теплотери β			Сумма рные теплот ери, Q, Вт	С инфи льтра цией, Вт		
									На ориен.	Про чие	Сум ма				
1 этаж, отм.+ 0,000															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
101	Кабинет 1	16,05	Ю	НС	15,3	19	46	0,4	0		1	281,5			
				ВП	19,14	19	3	2,597	0			1	149,1		
				Пл1	17,12	19	46	0,302	0					237,8	
				Пл2	8	19	46	0,181	0				1	66,6	
			Ю	ОК1	4,5	19	46	1,35	0				1	279,5	
				ВС	9,24	19	42	1,67	0				1	648,1	208,0
												1663	1871		
102	Кабинет 2	16,28	Ю	НС	8,02	19	46	0,4	0		1	147,6			
				ВП	15,95	19	3	2,597	0			1	124,3		
			Ю	ОК2	9,9	19	46	1,35	0				1	614,8	
				Пл1	11,72	19	46	0,302	0				1	162,8	
				Пл2	4,69	19	46	0,181	0				1	39,0	457,0
												1088	1545		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

103	Кабинет 4	9,74		ВП	10,93	19	3	2,597	0		1	85,2	
				ВС	8,41	19	42	1,67	0		1	589,9	
			Ю	НС	6,36	19	46	0,4	0		1	117,0	
			Ю	ОК1	6,12	19	46	1,35	0		1	380,1	
				Пл1	6,94	19	46	0,302	0		1	96,4	
				Пл2	2,78	19	46	0,181	0		1	23,1	283,0
												1292	1575
104	Раздевалка 8	17,83	3	ОК2	5,874	20	47	1,35	0,05		1,05	391,3	
			3	НС	13,33	20	47	0,4	0,05		1,05	263,1	
			Ю	НС	11,26	20	47	0,4	0		1	211,8	
				Пл1	18,2	20	47	0,302	0		1	258,1	
				Пл2	4,07	20	47	0,181	0		1	34,6	285
												1159	1444
105	Коридор 20	75,47		ВС	5,481	16	39	1,67	0	3,578	4,578	1634,2	
				ВС	4,901	16	39	1,67	0	3,578	4,578	1461,3	
				ВС	4,901	16	39	1,67	0	3,578	4,578	1461,3	
				Пл1	3,88	16	43	0,302	0		1	50,4	
				Пл2	8,93	16	43	0,181	0		1	69,5	
				Пл3	10,84	16	43	0,102	0		1	47,5	
				Пл4	51,45	16	43	0,065	0		1	143,8	
												4868	4868
106	Раздевалка 18	18,96	3	НС	13,3	20	47	0,4	0,05		1,05	262,5	
			3	ОК2	5,874	20	47	1,35	0,05		1,05	391,3	
				ВС	6,96	20	4	1,67	0		1	46,5	
				Пл1	11,74	20	47	0,302	0		1	166,6	
				Пл2	7,22	20	47	0,181	0		1	61,4	285,0
												928	1213
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
107	Раздевалка 31	25,66	3	НС	17,73	20	47	0,4	0,05		1,05	350,0	
				ВП	6,96	20	4	2,597	0		1	72,3	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

			3	ОК2	5,874	20	47	1,35	0,05		1,05	391,3	
			3	ОК2	1,936	20	47	1,35	0,05		1,05	129,0	
				Пл1	16,04	20	47	0,302	0		1	227,7	
				Пл2	9,62	20	47	0,181	0		1	81,8	380,0
												1252	1632
108	Раздевалка 35	14,18	3	НС	12,27	20	47	0,4	0,05	0,05	1,1	253,7	
			С	НС	11,04	20	47	0,4	0,1	0,05	1,15	238,7	
				ВП	8,642	20	4	2,597	0		1	89,8	
			3	ОК2	5,39	20	47	1,35	0,05	0,05	1,1	376,2	
				Пл1	15,32	20	47	0,302	0		1	217,5	
				Пл2	2,69	20	47	0,181	0		1	22,9	262,0
												1199	1461
109	Кабинет 38	9,68		ВС	8,468	19	42	1,67	0		1	593,9	
				ВП	9,86	19	3	2,597	0		1	76,8	
			С	ОК1	6,12	19	46	1,35	0,1		1,1	418,1	
			С	НС	5,37	19	46	0,4	0,1		1,1	108,7	
				Пл1	6,94	19	46	0,302	0		1	96,4	
				Пл2	2,78	19	46	0,181	0		1	23,1	283,0
												1317	1600
110	Раздевалка 42	10,02		ВП	18,27	20	4	2,597	0		1	189,8	
				ВС	9,454	20	3	1,67	0		1	47,4	
				Пл4	10,02	20	47	0,065	0		1	30,6	
												268	268
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
111	Кабинет 39	16,33	С	НС	8,92	19	46	0,4	0,1		1,1	180,5	
			С	ОК1	9,90	19	46	1,35	0,1		1,1	676,3	
				ВП	16,94	19	3	2,597	0		1	131,9	
				Пл1	11,72	19	46	0,302	0		1	162,8	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

				Пл2	4,69	19	46	0,181	0		1	39,0	457,0
												1191	1648
112	Кабинет 44	16	С	НС	15,3	19	46	0,4	0,1		1,1	309,7	
				ВП	19,14	19	3	2,597	0		1	149,1	
			С	ОК1	4,5	19	46	1,35	0,1		1,1	307,4	
				ВС	9,24	19	42	1,67	0		1	648,1	
				Пл1	17,12	19	46	0,302	0			237,8	
				Пл2	8	19	46	0,181	0		1	66,6	208,0
												1719	1927
113	Коридор 43	48,26		ВС	8,58	16	39	1,67	0	3,578	4,578	2558,3	
				Пл1	4,09	16	43	0,302	0		1	53,1	
				Пл2	17,63	16	43	0,181	0		1	137,2	
				Пл3	18,34	16	43	0,102	0		1	80,4	
				Пл4	8,20	16	43	0,065	0		1	22,9	
												2852	2852
114	Шейпинг зал 47	171,9	В	ОК2	12,1	17	44	1,35	0,1		1,1	790,6	
				НС	45,98	17	44	0,4	0,1		1,1	890,2	
				Пл1	34	17	44	0,302	0		1	451,8	
				Пл2	35,57	17	44	0,181	0		1	283,3	
				Пл3	35,39	17	44	0,102	0		1	158,8	
				Пл4	66,94	17	44	0,065	0		1	191,4	430,0
												2766	3196
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
115	Коридор 3	58,98		ВС	7,83	16	39	1,67	0	3,578	4,578	2334,6	
				Пл1	4,09	16	43	0,302	0		1	53,1	
				Пл2	17,63	16	43	0,181	0		1	137,2	
				Пл3	18,34	16	43	0,102	0		1	80,4	
				Пл4	18,9	16	43	0,065	0		1	52,9	
												2658	2658

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

116	Зал атлет. гимнастик и	115,57	В	ОК2	5,775	17	44	1,35	0,1		1,1	377,3	
			В	НС	33,2	17	44	0,4	0,1		1,1	642,1	
				Пл1	22,8	17	44	0,302	0		1	303,0	
				Пл2	23,9	17	44	0,181	0		1	190,3	
				Пл3	23,7	17	44	0,102	0		1	106,4	
				Пл4	45,17	17	44	0,065	0		1	129,2	275,2
												1748	2024
117	Склад 24	21,8		ВС	10,59	15	38	1,67	0		1	671,72	
				Пл1	7,2	15	42	0,302	0		1	91,32	
				Пл2	7,42	15	42	0,181	0		1	56,41	
				Пл3	7,33	15	42	0,102	0		1	31,40	
												850,9	850,9
118	Коридор 35а	9,18	3	НС	10,96	16	43	0,4	0,05		1,05	198,0	
			3	ОК2	0,869	16	43	1,35	0,05		1,05	53,0	
			3	ОК2	3,85	16	43	1,35	0,05		1,05	234,7	
				Пл1	7,6	16	43	0,302	0		1	98,7	
				Пл2	1,58	16	43	0,181	0		1	12,3	207
												596,6	803,6
119	Санузел 11+12	16,89	3	НС	6,411	16	43	0,4	0,05		1,05	115,78	
				Пл1	5,6	16	43	0,302	0		1	72,72	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Пл2	5,8	16	43	0,181	0		1	45,14	
				Пл3	5,49	16	43	0,102	0		1	24,08	
			3	ОК2	2,909 5	16	43	1,35	0,05		1,05	177,34	130
												435,1	565,1
120	Санузел 13+14	16,62	3	НС	6,22	16	43	0,4	0,05		1,05	112,33	
				Пл1	5,48	16	43	0,302	0		1	71,16	
				Пл2	5,68	16	43	0,181	0		1	44,21	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

				Пл3	5,46	16	43	0,102	0		1	23,95	
			3	ОК2	2,909 5	16	43	1,35	0,05		1,05	177,34	130
												429,0	559,0
121	Санузел 6	6,21	Ю	НС	9,472	16	43	0,4	0		1	162,9	
				ВС	6,96	16	39	1,67	0		1	453,3	
				Пл1	5,7	16	43	0,302	0		1	74,0	
				Пл2	0,51	16	43	0,181	0		1	4,0	65,0
											1123,2	1188	
122	Бассейн 34	14,2		ВП	14,09	28	8	2,597	0		1	292,8	
				ВП	17,55	28	12	2,597	0		1	546,8	
				ВС	11,31	28	12	1,67	0		1	226,7	
				ВС	2,842	28	51	1,67	0		1	242,1	
				Пл1	1,35	28	55	0,302	0		1	22,4	
				Пл2	8,138	28	55	0,181	0		1	81,0	
				Пл3	4,712	28	55	0,102	0		1	26,4	
											1438,2	1438	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
123	Корридор 36	4,29	С	НС	9,664	16	43	0,4	0,1		1,1	182,8	
				ВС	4,06	16	39	1,67	0	3,578	4,578	1210,6	
				Пл1	4,29	16	43	0,302	0		1	55,7	
				Пл1	4,29	16	43	0,302	0		1	55,7	
											1449,1	1449	
124	Душ 27– 30	11,2		ВС	12,35	25	9	1,67	0		1	185,7	
				ВП	13,92	25	9	2,597	0		1	325,4	
				ВП	15,37	25	5	2,597	0		1	199,6	
				Пл2	2,17	25	52	0,181	0		1	20,4	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

				Пл3	9,03	25	52	0,102	0		1	47,9		
												778,9	778,9	
125	Душ 21	3,71		ВС	4,35	25	9	1,67	0		1	65,4		
				ВП	19,72	25	9	2,597	0		1	460,9		
				Пл4	3,71	25	52	0,065	0		1	12,5		
												538,8	538,8	
126	Душ 15	5,1		ВП	14,79	25	9	2,597	0		1	345,7		
				ВП	8,265	25	5	2,597	0		1	107,3		
				ВС	5,858	25	9	1,67	0		1	88,0		
				Пл2	0,79	25	52	0,181	0		1	7,4		
				Пл3	4,31	25	52	0,102	0		1	22,9		
												571,3	571,3	
127	Душ 7	4,88		ВП	6,786	25	9	2,597	0		1	158,6		
				ВП	10,88	25	9	2,597	0		1	254,2		
				ВП	8,99	25	5	2,597	0		1	116,7		
				ВС	5,017	25	9	1,67	0		1	75,4		
				Пл2	4,45	25	52	0,181	0		1	41,9		
				Пл3	0,43	25	52	0,102	0		1	2,3		
												649,1	649,1	
											Σ	36828	41178	
(смотреть примечание1) ИТОГО 1этаж, отм. 0,000:												38323		
отм. +3,200														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
201	Раздевал ка 1а	15,58	3	НС	6,7	20	47	0,279	0,05	0,05	1,1	96,9		
				С	НС	21,76	20	47	0,279	0,1	0,05	1,15	328,1	
				Пл	15,58	20	47	1,97	0			1	1442,6	
				Пт	15,58	20	47	1,98	0			1	1449,9	
												3317	3317	
202	Спортзал	991,52	3	НС	318,1	17	44	0,4	0,05	0,05	1,1	6158,4		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

	1		С	НС	200,9	17	44	0,4	0,1	0,05	1,15	4066,0	
			В	НС	120,8	17	44	0,4	0,1	0,05	1,15	2445,8	
			Ю	НС	200,9	17	44	0,4	0	0,05	1,05	3712,4	
			З	ОК	114	17	44	1,316	0,05	0,05	1,1	7261,2	
			В	ОК	180	17	44	1,316	0,1	0,05	1,15	11986,1	
				ВС	19,25	17	40	1,67	0		1	1285,9	
				ВС	63	17	40	1,67	0		1	4208,4	
				ВС	63	17	44	1,67	0		1	4629,2	
				Пл	991,5	17	0	0,824	0		1	0,0	
				Пт	990	17	44	0,186	0		1	8102,2	221
											53856	54077	
203	Раздевал ка 1б	15,68	Ю	НС	21,76	20	47	0,279	0	0,05	1,05	299,6	
			В	НС	8	20	47	0,279	0,1	0,05	1,15	120,6	
				Пл	15,68	20	47	1,97	0		1	1451,8	
				Пт	15,68	20	47	1,98	0		1	1459,2	
											3331,2	3331	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
204	Раздевал ка 1в	15,68	Ю	НС	21,76	20	47	0,279	0,1	0,05	1,15	328,1	
			З	НС	8	20	47	0,279	0,1	0,05	1,15	120,6	
				Пл	15,68	20	47	1,97	0		1	1451,8	
				Пт	15,68	20	47	1,98	0		1	1459,2	
											3359,8	3360	
205	Раздевал ка 1г	15,68	Ю	НС	21,76	20	47	0,279	0		1	285,3	
			З	НС	8	20	47	0,279	0,05		1,05	110,1	
				Пл	15,68	20	47	1,97	0		1	1451,8	
				Пт	15,68	20	47	1,98	0		1	1459,2	
											3306,5	3306	
											Σ	67171	67392

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

	ИТОГО 2этаж, отм. 3,200:	67392
	ΣQ на двух этажах=105715 Вт	

Примечание 1 – Помещения номер 126,127,124,117 не отапливаются, теплотери возмещаются проходящими под потолком трубами системы ГВС.

Приложение Б
Гидравлический расчет системы отопления

Таблица Б.1 – Гидравлический расчет отопления

«№ участка	Тепл. нагрузка Q _{уч} , Вт	Расход воды G _{уч} , кг/ч	Ср. Пот. давл. R _{ср} , Па/м	Длина, L, м	Диаметр, d, мм	Скорость v, м/с	Уд. Пот. Давл. R _ф , Па/м	Пот. Давл. На трение R _ф ·l Па/м	Сумма КМС	Потери давления на местное сопротивление Z, Па	Потери давления на участке R×l+Z, Па	Σ	Примеч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14» [2].
Система отопления 1. Главное циркуляционное кольцо. Ветка А													
1	38323	1412	58,5	8,57	32	0,378	65,1	557,9	7,5	535,8	1093,7		вент. 2,5; отв. 90, 4шт*0,5; тр. на р. 1шт*3.
2	19599	722		5,73	25	0,332	74	424,0	5,5	303,1	727,1	1820,9	вент. 2,5; отв. 90, 2шт*1; тр. п. 1шт*1.
3	17976	662		3,23	25	0,305	62	200,3	3	139,5	339,8	2160,7	тр. п. 1шт*1; отв. 90, 2шт*1.
4	17370	640		2,1	25	0,294	58	121,8	1	43,2	165,0	2325,7	тр. п. 1шт*1.
5	16763	618		4,62	25	0,285	54,9	253,6	5	203,1	456,7	2782,4	тр. п. 1шт*1; отв. 90, 4шт*1.
6	16204	597		2,75	25	0,278	52	143,0	1	38,6	181,6	2964,0	тр. п. 1шт*1.
7	15639	576		4,7	25	0,262	47,5	223,3	5	171,6	394,9	3358,9	тр. п. 1шт*1; отв. 90, 4шт*1.
8	14917	550		2,05	25	0,255	44,1	90,4	1	32,5	122,9	3481,8	тр. п. 1шт*1.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

9	14195	523	58,5	6,34	20	0,394	143	906,6	2	155,2	1061,9	4543,6	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
10	13007	479		4,96	20	0,364	120,2	596,2	5	331,2	927,4	5471,1	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
11	11384	419		4,6	20	0,318	93,2	428,7	5	252,8	681,5	6152,6	отв.90,2шт*1.тр.на р.1шт*3.
12	10845	400		5,76	20	0,303	85	489,6	4	183,6	673,2	6825,8	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1,5.
13	10058	371		1,51	20	0,281	74,7	112,8	1	39,5	152,3	6978,1	тр.п.1шт*1
14	9270	342		2,86	20	0,258	64	183,0	7	233,0	416,0	7394,1	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
15	8497	313		2,2	20	0,235	54	118,8	1	27,6	146,4	7540,5	тр.п.1шт*1
16	7725	285		3,52	20	0,215	44,9	158,0	7	161,8	319,8	7860,4	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
17	6790	250		2,82	20	0,19	35,6	100,4	1	18,1	118,4	7978,8	тр.п.1шт*1.
18	5854	216		5,45	15	0,294	119,5	651,3	4	172,9	824,1	8803,0	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1,5.
19	3196	118		16,6	15	0,16	37,9	629,1	16	204,8	833,9	9636,9	тр.п.1шт*1;отв.90,10шт*1, 5.
20	2396	88		1,86	15	0,119	22	40,9	1	7,1	48,0	9684,9	тр.п.1шт*1.
21	1596	59		4,94	15	0,08	9,5	46,9	7	22,4	69,3	9754,2	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
22	796	29		2,13	15	0,04	2,55	5,4	5,32	4,3	9,7	9763,9	отв.90,2шт*1,5;рад.2,32; Терморегул.
22'	796	29		2,13	15	0,04	2,55	5,4	6	4,8	10,2	9774,1	отв.90,2шт*1,5;вент.3.
21'	1596	59		4,94	15	0,08	9,5	46,9	7	22,4	69,3	9843,5	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
20'	2396	88		1,86	15	0,119	22	40,9	1	7,1	48,0	9891,5	тр.п.1шт*1.
19'	3196	118		16,6	15	0,16	37,9	629,1	16	204,8	833,9	10725,4	тр.п.1шт*1;отв.90,10шт*1, 5.
18'	5854	216		5,45	15	0,294	119,5	651,3	4	172,9	824,1	11549,6	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1,5.
17'	6790	250		2,82	20	0,19	35,6	100,4	1	18,1	118,4	11668,0	тр.п.1шт*1.
16'	7725	285	3,52	20	0,215	44,9	158,0	7	161,8	319,8	11987,8	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.	
15'	8497	313	2,2	20	0,235	54	118,8	1	27,6	146,4	12134,3	тр.п.1шт*1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
14'	9270	342	58,5	2,86	20	0,258	64	183,0	7	233,0	416,0	12550,3	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

13'	10058	371		1,51	20	0,281	74,7	112,8	1	39,5	152,3	12702,5	тр.п. 1шт*1.
12'	10845	400		5,76	20	0,303	85	489,6	4	183,6	673,2	13375,8	тр.п. 1шт*1; отв. 90,2шт*1,5.
11'	11384	419		4,6	20	0,318	93,2	428,7	5	252,8	681,5	14057,3	отв. 90,2шт*1. тр. на р. 1шт*3.
10'	13007	479		4,96	20	0,364	120, 2	596,2	5	331,2	927,4	14984,7	тр.п. 1шт*1; отв. 90,4шт*1.
9'	14195	523		6,34	20	0,394	143	906,6	2	155,2	1061,9	16046,6	тр.п. 1шт*1; отв. 90,1шт*1.
8'	14917	550		2,05	25	0,255	44,1	90,4	1	32,5	122,9	16169,5	тр.п. 1шт*1.
7'	15639	576		4,7	25	0,262	47,5	223,3	5	171,6	394,9	16564,4	тр.п. 1шт*1; отв. 90,4шт*1.
6'	16204	597		2,75	25	0,278	52	143,0	1	38,6	181,6	16746,0	тр.п. 1шт*1.
5'	16763	618		4,62	25	0,285	54,9	253,6	5	203,1	456,7	17202,7	тр.п. 1шт*1; отв. 90,4шт*1.
4'	17370	640		2,1	25	0,294	58	121,8	1	43,2	165,0	17367,7	тр.п. 1шт*1.
3'	17976	662		3,23	25	0,305	62	200,3	3	139,5	339,8	17707,5	тр.п. 1шт*1; отв. 90,2шт*1.
2'	19599	722		5,73	25	0,332	74	424,0	5,5	303,1	727,1	18434,7	вент. 2,5; отв. 90,2шт*1; тр.п. 1шт*1.
1'	38323	1412		8,57	32	0,378	65,1	557,9	7,5	535,8	1093,7	19528,4	вент. 2,5; отв. 90, 4шт*0,5; тр. на пр. 1шт*3.
dP расп=7223,2 Па (участки 12–22–12') Увазка $100 - ((7223,2 - 7042,8) / 7223,2) * 100\% = 2,5\%$													
Ответвление А1													
23	539	20	99,0 4	9,5	15	0,028	1,8	17,1	8,32	3,3	7020,4	7020,4	отв. 90,4шт*1,5; рад, 2,32; терморег. –7000
23'	539	20		10,5	15	0,028	1,8	18,9	9	3,5	22,4	7042,8	7042,8
dP расп=17341 Па (участки 2–22–2') Увазка $100 - ((17341 - 15646) / 17341) * 100\% = 9,78\%$													
Вентка Б													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24	18724	690	62,3 2	4,93	25	0,32	67,5	332,8	6,5	332,8	665,6	665,6	вент. 2,5; отв. 90,3шт*1; тр.п. 1шт*1.

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

25	18183	670		2,15	25	0,31	64,8	139,3	1	48,1	187,4	852,9	тр.п. 1шт*1.	
26	17638	650		4,44	25	0,302	60,2	267,3	5	228,0	495,3	1348,2	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1.	
27	17094	630		2,87	25	0,291	57	163,6	1	42,3	205,9	1554,2	тр.п. 1шт*1.	
28	16290	600		5,35	25	0,276	52	278,2	5	190,4	468,6	2022,8	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1.	
29	15559	573		1,85	25	0,269	48	88,8	1	36,2	125,0	2147,8	тр.п. 1шт*1.	
30	14829	546		6,22	25	0,25	42,5	264,4	2	62,5	326,9	2474,6	тр.п. 1шт*1;отв.90,1шт*1.	
31	13380	493		6,98	20	0,373	127	886,5	5	347,8	1234,3	3708,9	отв.90,2шт*1; тр. на р. 1шт*3.	
32	11758	433		2,87	20	0,33	100	287,0	3	163,4	450,4	4159,3	тр.на.р. 1шт*3.	
33	10320	380		2,34	20	0,288	72	168,5	3	124,4	292,9	4452,2	тр.на.р. 1шт*3.	
34	10052	370		3,78	20	0,282	74,8	282,7	4	159,0	441,8	4894,0	тр.п. 1шт*1;отв.90,2шт*1,5.	
35	8626	318		4,87	20	0,241	55	267,9	2,5	72,6	340,5	5234,4	тр.п. 1шт*1;отв.90,1шт*1,5.	
36	7825	288		1,36	20	0,216	45	61,2	1	23,3	84,5	5318,9	тр.п. 1шт*1.	
37	7025	259		3,02	15	0,349	165	498,3	7	426,3	924,6	6243,5	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1,5.	
38	6201	228		2,14	15	0,309	130,1	278,4	1	47,7	326,2	6569,7	тр.п. 1шт*1.	
39	5377	198		3,41	15	0,269	100	341,0	7	253,3	594,3	7164,0	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1,5.	
40	4413	163		2,36	15	0,22	69,8	164,7	1	24,2	188,9	7352,9	тр.п. 1шт*1.	
41	3450	127		5,85	15	0,174	44,5	260,3	4	60,6	320,9	7673,8	тр.п. 1шт*1;отв.90,2шт*1,5.	
42	2024	75		11,48	15	0,1	16	183,7	10	50,0	233,7	7586,6	тр.п. 1шт*1;отв.90,6шт*1,5.	
43	1349	50		5,17	15	0,067	6,2	32,1	7	15,7	47,8	7721,5	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1,5.	
44	674	25		2,27	15	0,035	2,2	5,0	5,32	3,3	8,3	7729,8	отв.90,2шт*1,5;рад.2,32; Терморегул.	
44'	674	25		2,27	15	0,035	2,2	5,0	6	3,7	8,7	7738,5	отв.90,2шт*1,5;вент.3.	
43'	1349	50		5,17	15	0,067	6,2	32,1	7	15,7	47,8	7777,6	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1,5.	
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
42'	2024	75		62,3 2	11,48	15	0,1	16	183,7	10	50,0	233,7	7972,1	тр.п. 1шт*1;отв.90,6шт*1,5.
41'	3450	127			5,85	15	0,174	44,5	260,3	4	60,6	320,9	8293,0	тр.п. 1шт*1;отв.90,2шт*1,5.
40'	4413	163			2,36	15	0,22	69,8	164,7	1	24,2	188,9	8481,9	тр.п. 1шт*1.
39'	5377	198			3,41	15	0,269	100	341,0	7	253,3	594,3	9076,2	тр.п. 1шт*1;отв.90,4шт*1,5.

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

38'	6201	228		2,14	15	0,309	130,1	278,4	1	47,7	326,2	9402,4	тр.п.1шт*1.
37'	7025	259		3,02	15	0,349	165	498,3	7	426,3	924,6	10327,0	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
36'	7825	288		1,36	20	0,216	45	61,2	1	23,3	84,5	10411,5	тр.п.1шт*1.
35'	8626	318		4,87	20	0,241	55	267,9	2,5	72,6	340,5	10751,9	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1,5.
34'	10052	370		3,78	20	0,282	74,8	282,7	4	159,0	441,8	11193,7	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1,5.
33'	10320	380		2,34	20	0,288	72	168,5	3	124,4	292,9	11486,6	тр.на.р.1шт*3.
32'	11758	433		2,87	20	0,33	100	287,0	3	163,4	450,4	11937,0	тр.на.р.1шт*3.
31'	13380	493		6,98	20	0,373	127	886,5	5	347,8	1234,3	13171,3	отв.90,2шт*1; тр. на р.1шт*3.
30'	14829	546		6,22	25	0,25	42,5	264,4	2	62,5	326,9	13498,1	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
29'	15559	573		1,85	25	0,269	48	88,8	1	36,2	125,0	13623,1	тр.п.1шт*1.
28'	16290	600		5,35	25	0,276	52	278,2	5	190,4	468,6	14091,7	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
27'	17094	630		2,87	25	0,291	57	163,6	1	42,3	205,9	14297,7	тр.п.1шт*1.
26'	17638	650		4,44	25	0,302	60,2	267,3	5	228,0	495,3	14793,0	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
25'	18183	670		2,15	25	0,31	64,8	139,3	1	48,1	187,4	14980,3	тр.п.1шт*1.
24'	18724	690		4,93	25	0,32	67,5	332,8	6,5	332,8	665,6	15645,9	вент. 2,5; отв. 90,3шт*1;тр.п.1шт*1.
dP расп=6741,5 Па (участки 34–44–34') Увязка 100–((6741,5–6038)/6741,5)*100%=10,4%													
Ответвление Б1.													
45	268	10	120,	9,01	15	0,02	1,8	16,2	9,8	2,0	6018,2	6018	отв.90,5шт*1,5; рад,2,32; терморег. –6000
45'	268	10		2	10,1	15	0,02	1,8	18,2	10,5	2,1	20,3	6038
dP расп=7327,3 Па (участки 33–44–33') Увязка 100–((7327,3–6635)/7327,3)*100%=9,45%													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление Б2													
46	1438	53	136,	5,37	15	0,071	7	37,59	9,8	24,7	62,3	6562,3	отв.90,5шт*1,5; рад,2,32; терморег. –6500
46'	1438	53		7	6,6	15	0,071	7	46,2	10,5	26,5	72,7	6635,0

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

dP расп=8228 Па (участки 32–44–32') Увязка 100–((8228–7339)/8228)*100%=10,8%													
Ответвление Б3													
47	1622	60	76,2	3,42	15	0,08	10	34,2	8,32	26,6	60,8	7260,8	отв.90,4шт*1,5; рад,2,32; терморег. –7200
47'	1622	60		5	4,93	15	0,08	10	49,3	9	28,8	78,1	7338,9
Система отопления 2. Главное циркуляционное кольцо. Ветка А													
1	67392	2483	63,9	12,36	40	0,505	95,3	1177,9	9,5	1211,4	2389,3	2389,3	вент. 2,5;отв. 90, 8шт*0,5; тр. на р.1шт*3.
2	31902	1175		12,46	32	0,313	45,2	563,2	10,5	514,3	1077,5	3466,8	вент. 2,5; отв. 90,7шт*1;тр.п.1шт*1.
3	28296	1042		7,13	32	0,279	36,5	260,2	5,0	194,6	454,8	3921,7	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
4	24691	910		6,9	25	0,417	113	779,7	5,0	434,7	1214,4	5136,1	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
5	21086	777		5,5	25	0,36	85	467,5	2,0	129,6	597,1	5733,2	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
6	17481	644		8,39	25	0,3	60	503,4	3,0	135,0	638,4	6371,6	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
7	14175	522		7,28	25	0,241	39,9	290,5	1,0	29,0	319,5	6691,1	тр.п.1шт*1.
8	10815	398		8,37	20	0,301	84,8	709,8	3,0	135,9	845,7	7536,8	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
9	7210	266		15,12	20	0,201	39	589,7	13,0	262,6	852,3	8389,1	тр.п.1шт*1;отв.90,1,5шт*8.
10	3605	133		8,07	15	0,181	47	379,3	12,0	196,6	575,9	8964,9	отв.90,7шт*1,5;регистр.1,5; Терморегул.
10'	3605	133		8,07	15	0,181	47	379,3	13,5	221,1	600,4	9565,3	вент. 3;отв. 90, 7шт*1,5;
9'	7210	266		15,12	20	0,201	39	589,7	13,0	262,6	852,3	10417,6	тр.п.1шт*1;отв.90,1,5шт*8.
8'	10815	398		8,37	20	0,301	84,8	709,8	3,0	135,9	845,7	11263,3	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
7'	14175	522		7,28	25	0,241	39,9	290,5	1,0	29,0	319,5	11582,8	тр.п.1шт*1.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6'	17481	644	63,9	8,39	25	0,3	60	503,4	3,0	135,0	638,4	12221,2	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
5'	21086	777		5,5	25	0,36	85	467,5	2,0	129,6	597,1	12818,3	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
4'	24691	910		6,9	25	0,417	113	779,7	5,0	434,7	1214,4	14032,7	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
3'	28296	1042		7,13	32	0,279	36,5	260,2	5,0	194,6	454,8	14487,6	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

2'	31902	1175		12,46	32	0,313	45,2	563,2	10,5	514,3	1077,5	15565,1	вент. 2,5; отв. 90,7шт*1;тр.п.1шт*1.
1'	67392	2483		12,45	40	0,505	95,3	1186,5	9,5	1211,4	2397,9	17963,0	вент. 2,5;отв. 90, 8шт*0,5; тр. на пр.1шт*3.
dP расп=13175,8 Па (участки 2–10–2') Увязка $100 - ((13175,8 - 12909,1) / 13175,8) * 100\% = 2,02\%$													
Ветка Б.													
11	35490	1308	65,5	3,05	32	0,35	56,5	172,3	7,5	459,4	631,7	631,7	вент. 2,5; отв. 90,4шт*1;тр.п.1шт*1.
12	31883	1175		7,27	32	0,313	45,2	328,6	5,0	244,9	573,5	1205,2	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
13	28278	1042		7,25	32	0,279	36,5	264,6	5,0	194,6	459,2	1664,5	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
14	24673	909		4,54	32	0,244	28,1	127,6	2,0	59,5	187,1	1851,6	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
15	21068	776		9,09	25	0,36	85	772,7	3,0	194,4	967,1	2818,6	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
16	17751	654		6,76	25	0,304	61,5	415,7	1,0	46,2	461,9	3280,6	тр.п.1шт*1.
17	14420	531		8,63	25	0,249	42,5	366,8	3,0	93,0	459,8	3740,3	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
18	10815	398		15,56	20	0,301	84,8	1319,5	9,0	407,7	1727,2	5467,5	тр.п.1шт*1;отв.90,8шт*1.
19	7210	266		7,47	20	0,201	39	291,3	7,0	141,4	432,7	5900,3	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
20	3605	133		7,35	15	0,181	47	345,5	12,0	196,6	542,0	6442,3	отв.90,7шт*1,5;регистр.1,5; Терморегул.
20'	3605	133		7,35	15	0,181	47	345,5	13,5	221,1	566,6	7008,9	вент. 3;отв. 90, 7шт*1,5;
19'	7210	266		7,47	20	0,201	39	291,3	7,0	141,4	432,7	7441,6	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1,5.
18'	10815	398		15,56	20	0,301	84,8	1319,5	9,0	407,7	1727,2	9168,8	тр.п.1шт*1;отв.90,8шт*1.
17'	14420	531	8,63	25	0,249	42,5	366,8	3,0	93,0	459,8	9628,6	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16'	17751	654	65,5	6,76	25	0,304	61,5	415,7	1,0	46,2	461,9	10090,5	тр.п.1шт*1.
15'	21068	776		9,09	25	0,36	85	772,7	3,0	194,4	967,1	11057,6	тр.п.1шт*1;отв.90,2шт*1.
14'	24673	909		4,54	32	0,244	28,1	127,6	2,0	59,5	187,1	11244,7	тр.п.1шт*1;отв.90,1шт*1.
13'	28278	1042		7,25	32	0,279	36,5	264,6	5,0	194,6	459,2	11703,9	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.
12'	31883	1175		7,27	32	0,313	45,2	328,6	5,0	244,9	573,5	12277,4	тр.п.1шт*1;отв.90,4шт*1.

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

11'	35490	1308		3,05	32	0,35	56,5	172,3	7,5	459,4	631,7	12909,1	вент. 2,5; отв. 90,4шт*1;тр.п.1шт*1.
dP расп=19528,4Па (ГЦК1 и ГЦК2) Увязка $100 - ((19528,4 - 17963) / 19339,5) * 100\% = 8,02\%$													

Приложение В
Расчетные схемы системы отопления

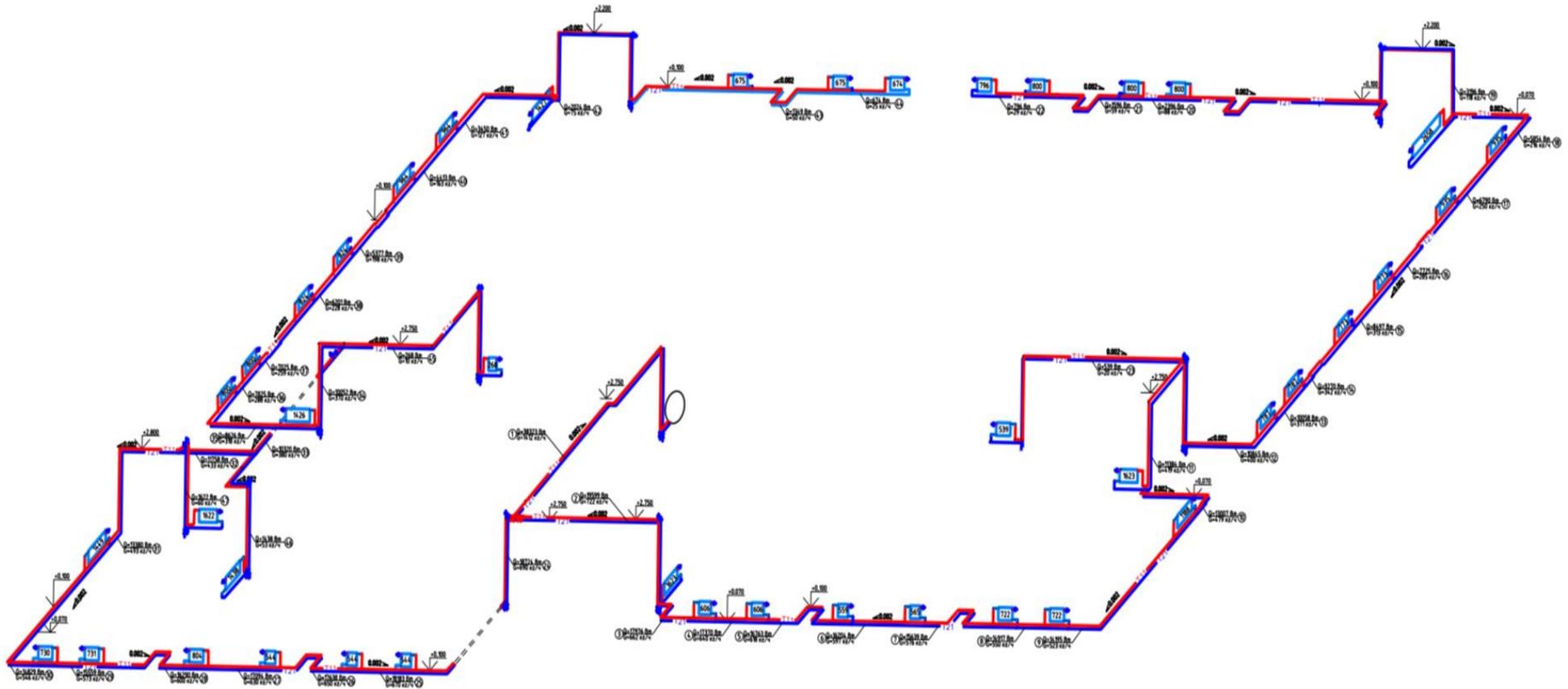


Рисунок В.1 – Расчетная схема системы отопления №1

Продолжение приложения В

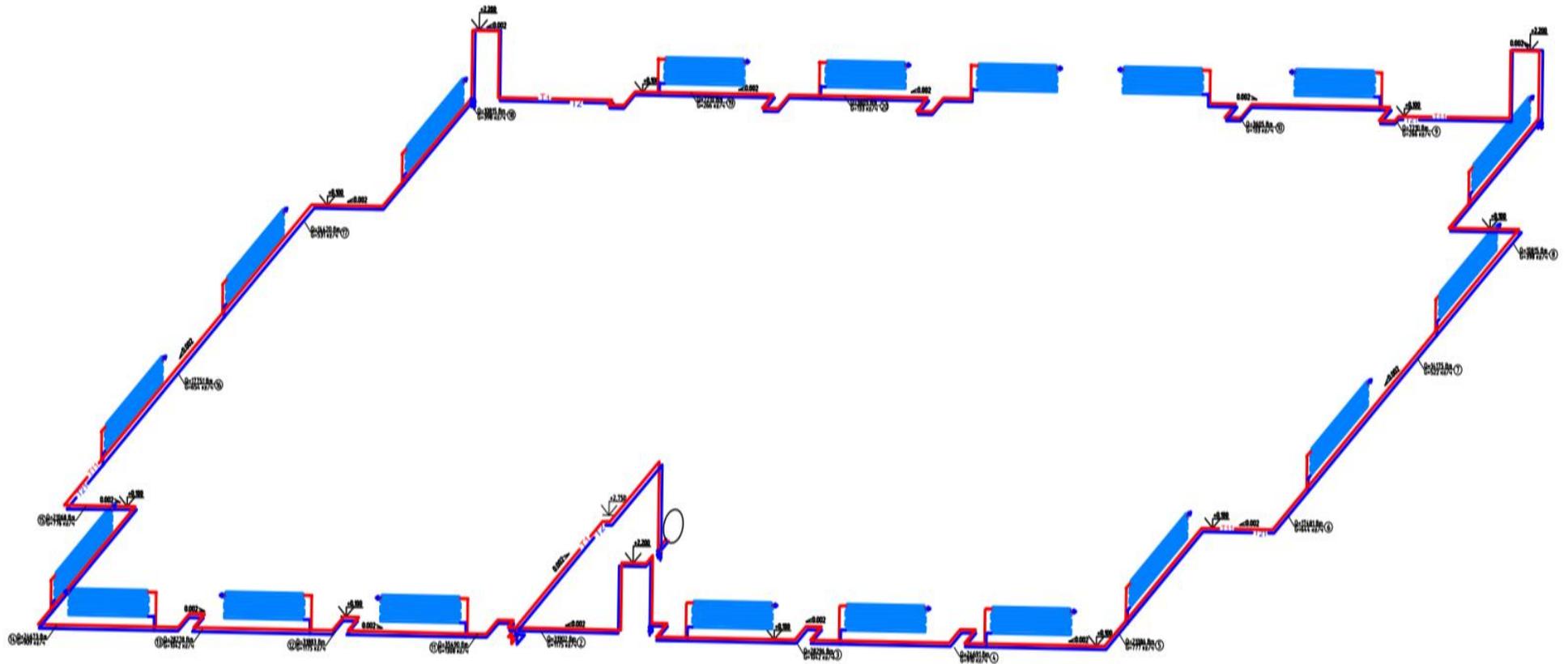


Рисунок В.2 – Расчетная схема системы отопления №2

Приложение Г

Тепловой расчет отопительных приборов

Таблица Г.1 – Тепловой расчет нагревательных

№	Наим.	Q _{пом} , Вт	t _в , °С	Δt _{ср} , ° С	G _{пр} , Кг/ч	q _{ном}	q _{пр}	q _в Вт/м	l _в ,м	q _г Вт/м	l _г ,м	Q _{тр} Вт	Q _{пр}	N, секц	N _{пр} , секц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	Кабинет 1	1871	19	63,5	62,7	123	111,78	10	1,5	10	17,34	188	1701	15,2	15
102	Кабинет 2	1545	19	63,5	52,5	123	111,75	10	1,5	10	11,84	133	1425	12,8	13
103	Кабинет 4	1575	19	63,5	52,6	123	111,75	10	3,65	10	12,6	163	1429	12,8	13
104	Раздевалка 8	1444	20	62,5	46,2	122,5	109,53	11,24	1,5	11,24	17,16	210	1255	11,5	11
105	Коридор 20	4868	16	66,5	167,9	130	123,99	12	6,3	12	22,5	346	4557	36,8	37
106	Раздевалка 18	1213	20	62,5	39,7	122,5	109,51	11,24	1	11,24	12,4	151	1077	9,8	10
108	Раздевалка 31	1632	20	62,5	51,3	122,5	109,54	11,24	6,8	11,24	16,8	265	1393	12,7	13
109	Раздевалка 35	1461	20	62,5	47,6	122,5	109,53	11,24	1	11,24	15,68	187	1292	11,8	12
110	Кабинет 38	1600	19	63,5	55,1	123	111,75	8,5	1	8,5	12,6	116	1496	13,4	13
111	Раздевалка 42	268	20	62,5	7,9	122,5	109,42	8,5	5,8	8,5	1,2	60	214	2,0	2
112	Кабинет 39	1648	19	63,5	57,1	123	111,76	8,5	1,5	8,5	11,2	108	1551	13,9	14
113	Кабинет 44	1927	19	63,5	65,7	123	111,78	8,5	1,5	8,5	17,26	159	1783	16,0	16
114	Коридор 43	2852	16	66,5	1,0	130	123,52	10,63	10,5	10,63	24,6	373	2516	20,4	20
115	Шейпинг зал 47	3196	17	65,5	107,6	128	120,09	9	8,2	9	25,8	306	2921	24,3	24
116	Коридор 3	2658	16	66,5	90,2	130	123,77	9,3	4,7	9,3	20,44	234	2448	19,8	20
117	Зал атлет.гимн.	2024	17	65,5	65,7	128	119,98	9,1	6,7	9,1	22,6	267	1784	14,9	15
119	Коридор 35а	804	16	66,5	24,9	130	123,59	11,24	1	11,24	11,7	143	676	5,5	5

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

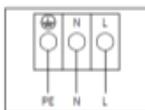
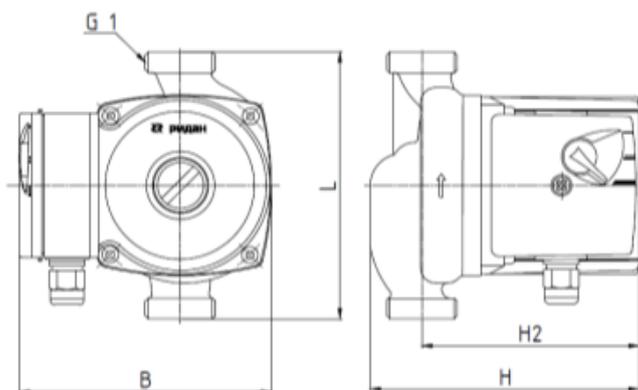
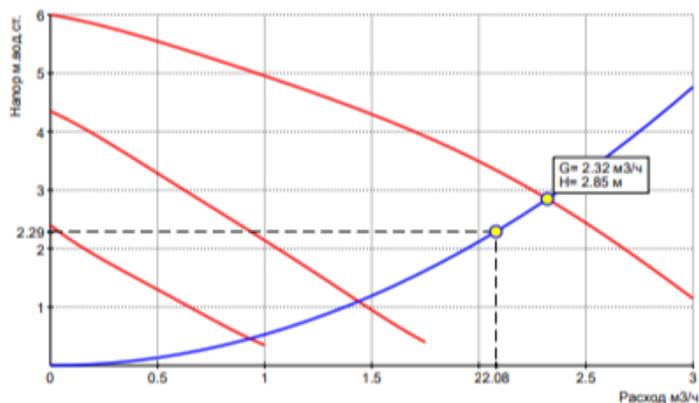
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
120	Санузел 11+12	565,1	16	66,5	17,9	130	123,57	12	0,5	12	6,74	87	487	3,9	4
121	Санузел 13+14	559	16	66,5	17,7	130	123,57	12	0,5	12	6,74	87	481	3,9	4
122	Санузел 6	1188,2	16	66,5	39,7	130	123,63	11,24	0,5	11,4	10,4	124	1076	8,7	9
123	Бассейн 34	1438,2	28	54,5	48,4	101	78,79	7	5,8	7	14,08	139	1313	16,7	17
124	Коридор 36	1449	16	66,5	50,1	130	123,66	10,63	0,5	10,63	8,74	98	1361	11,0	11
126	Душ 21	539	25	57,5	18,0	107	87,96	7,5	5,8	7,5	1,5	55	490	5,6	6
201	Раздевалка 1а	3317	20	62,5	115,3	208	186,78	11	1,05	11	17,9	208	3129	16,8	17
202	Спортзал 1	54077	17	65,5	1889,4	208	195,92	11,72	28,75	11,72	236,1	3104	51283	261,8	262
203	Раздевалка 1б	3331	20	62,5	115,8	208	186,78	11	1,05	11	17,9	208	3143	16,8	17
204	Раздевалка 1в	3360	20	62,5	117,7	208	186,78	9,75	1,05	9,75	17,9	185	3194	17,1	17
205	Раздевалка 1г	3306	20	62,5	115,7	208	186,78	9,75	1,05	9,75	17,9	185	3140	16,8	17

Приложение Д

Характеристика насоса для отопления

Насос циркуляционный с мокрым ротором

Модель: RWS 20-60S 130
Кодовый номер: 015P1002



Запрашиваемые:		
Расход	2.08	м³/ч
Напор	2.29	м
Среда	Сетевая вода	
Температура рабочая	50	°C
Фактические:		
Расход	2.32	м³/ч
Напор	2.85	м
Электродвигатель:		
Мощность эл.двиг. P2	0.1	кВт
Напряжение питания	1x230, 50 Гц	
Номинальный ток	0.45	А
Кол-во скоростей	3	
Мощность скорость 1	55	Вт
Мощность скорость 2	70	Вт
Мощность скорость 3	100	Вт
Ток скорость 1	0.25	А
Ток скорость 2	0.35	А
Ток скорость 3	0.45	А
Степень защиты	IP44	
Данные насоса:		
Диап. Т жидкости	-20...110 °C	
Диап. Т окр. среды	0...40 °C	
Макс раб. давление	10 бар	
Материалы:		
Корпус насоса	Чугун	
Рабочее колесо	Композит	
Габаритные характеристики*:		
L	130	мм
L1		мм
H	130	мм
H1		мм
H2	105	мм
B	130	мм
B1		мм
B2		мм
B3		мм
Ду	20	мм
Вес нетто	2.3	кг
Вес брутто	2.6	кг
Присоединение	резьба/резьба	

Рисунок Д.1 – Характеристика насоса для отопления

Приложение Е
Разбивка пола по зонам

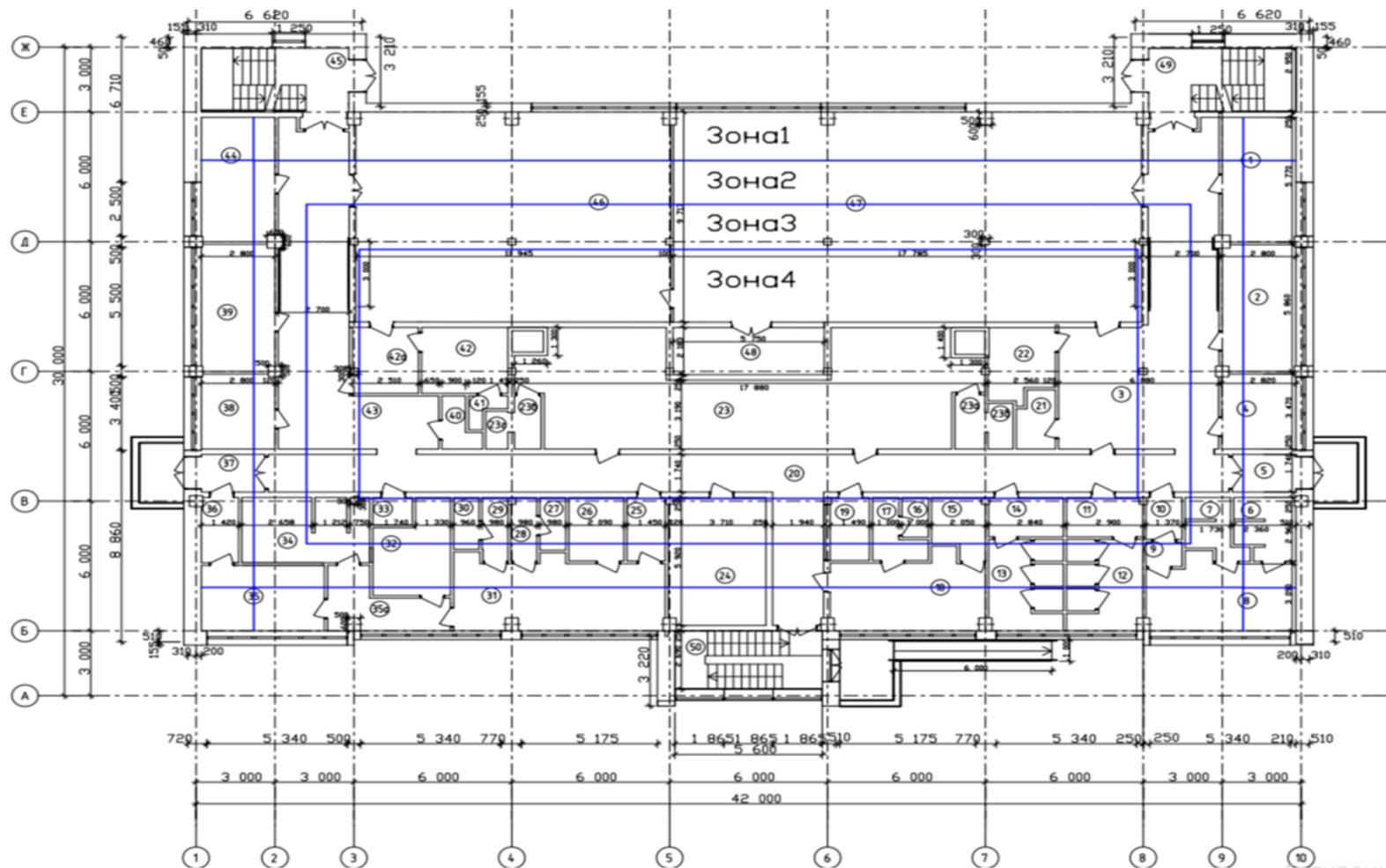


Рисунок Е.1 – Разбивка пола по зонам

Приложение Ж
Расчет обработки воздуха на I-d диаграмме

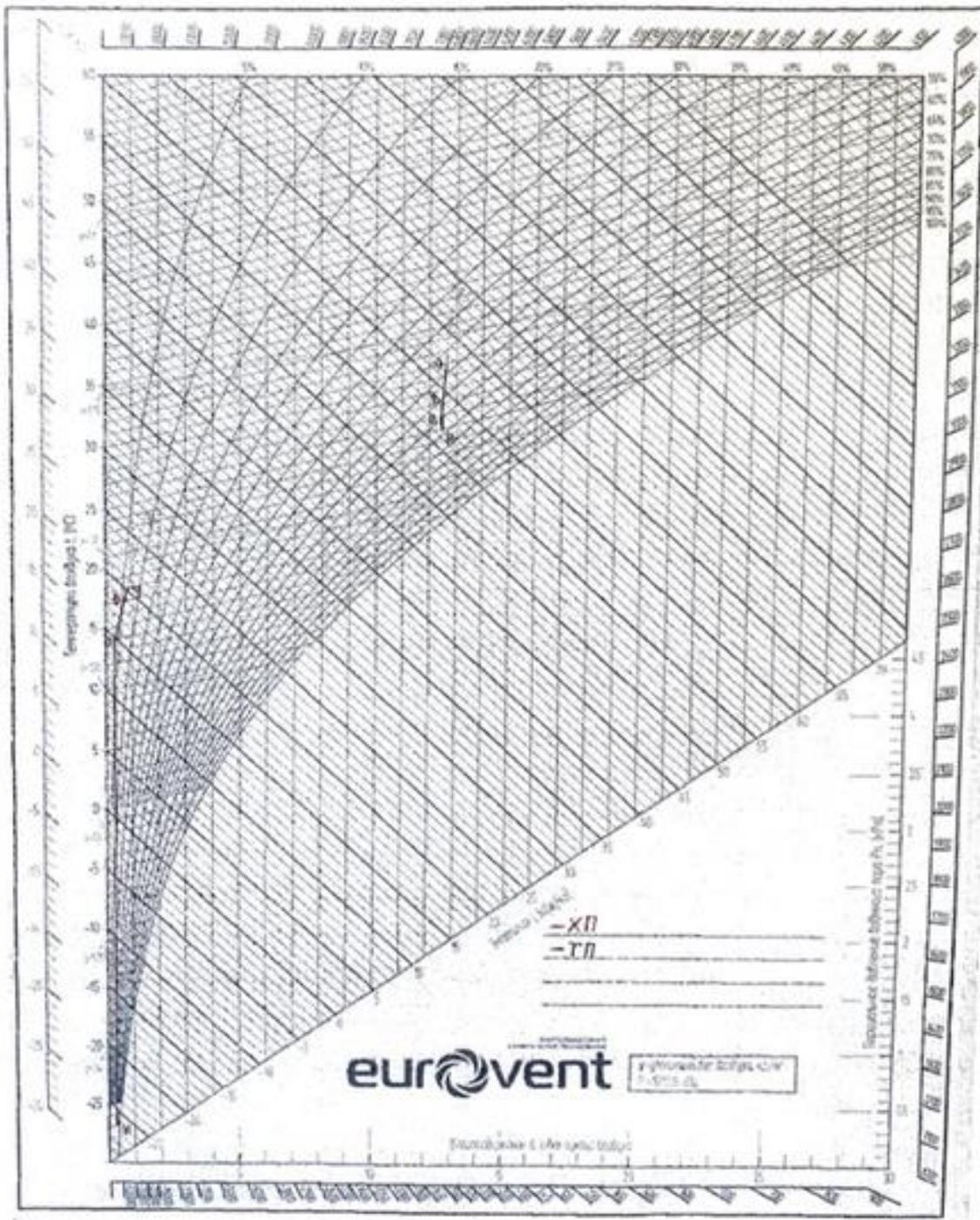


Рисунок Ж.1 – I-d диаграмма для теплого и холодного периода года в спортивном зале

Продолжение приложения Ж

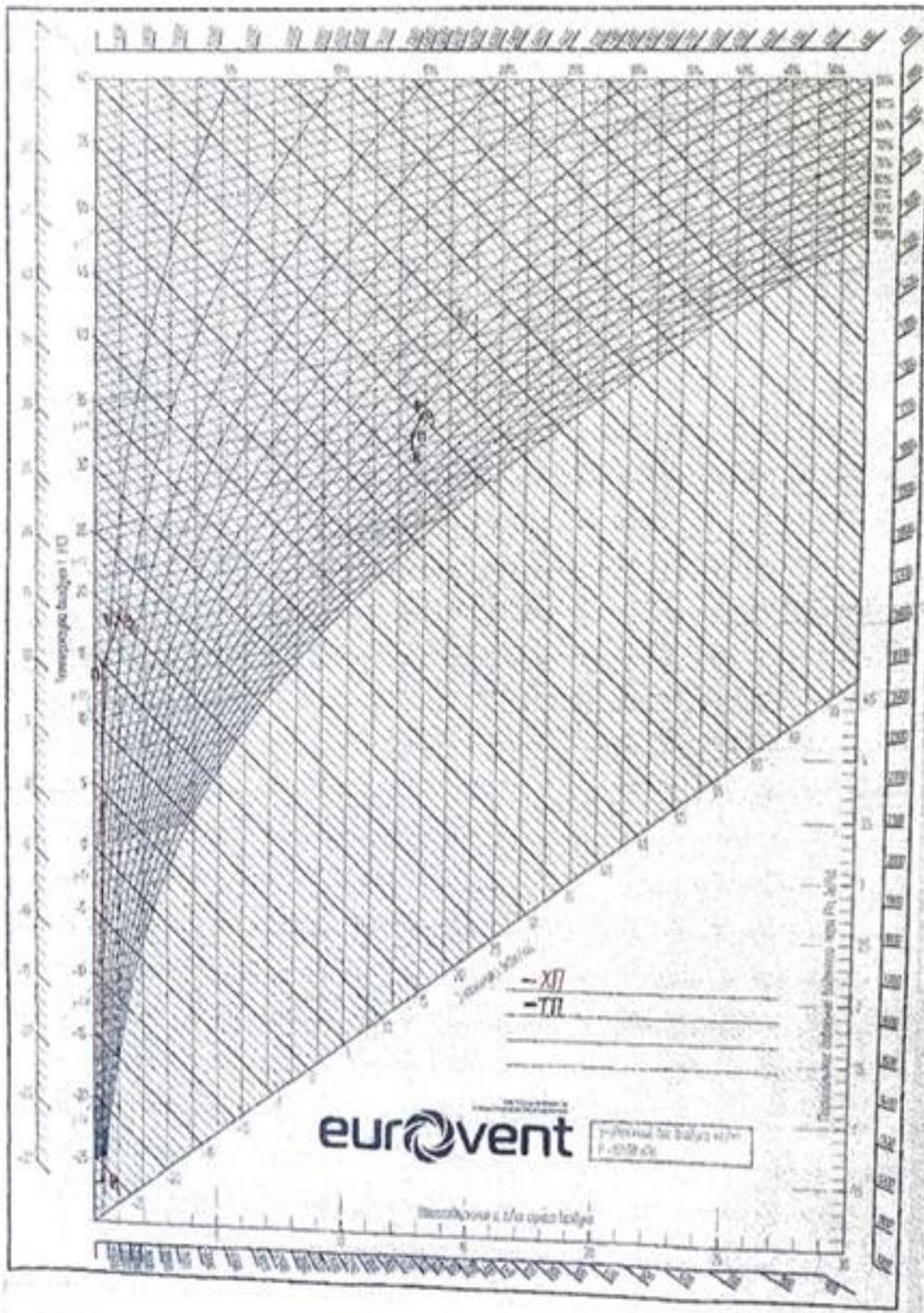


Рисунок Ж.2 – I-d диаграмма для теплого и холодного периода года в шейпинг зале

Продолжение приложения Ж

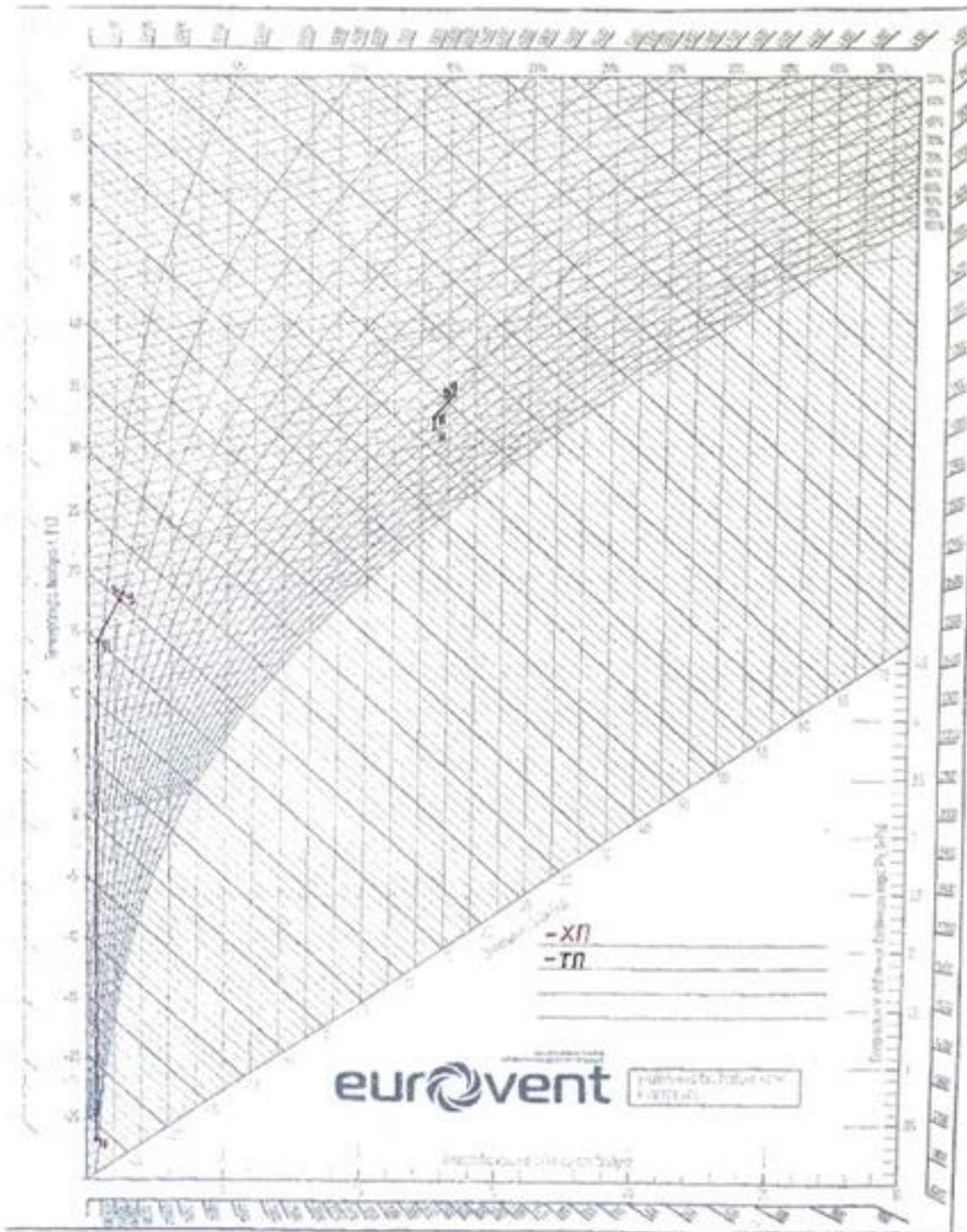


Рисунок Ж.3 – I-d диаграмма для теплого и холодного периода года в зале по атлетической гимнастики

Приложение И
Аэродинамический расчет систем вентиляции

Таблица И.1 – Аэродинамический расчет систем вентиляции

«№»	Расход L, м ³ /ч	Длина l, м	Диаметр D, мм	Площ. попереч. Сеч. F, м ²	Скорть, v, м/с	Уд. пот. давл. на тр- е R, Па/м	Пот. давл. На тр-е. R·l, Па	Коэф. Мест. Сопр. $\sum \xi$	Дин. Давл. R _д , Па	Z, Па	RI+ Z, Па	Σ	Примечание
П1 Магистраль													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВР	139,2	–		0,054	0,72			2	0,75	2	13		АДР–М 600х100
1	139,2	6,65	100	0,0079	4,89	3,32	22,08	1,03	14	14	36	50	отв.90,3шт*0,21 т.п.1шт*0,4
2	281,3	1,85	125	0,0123	6,35	4,05	7,49	0,2	24	5	12	62	т.п.1шт*0,2
3	701,3	1,87	200	0,0314	6,20	2,31	4,32	0,42	23,1	10	14	76	т.п.1шт*0,42
4	785,5	4,17	250	0,049	4,45	0,9	3,75	0,54	11,7	6	10	86	отв.90,1шт*0,21 т.п.1шт*0,33
5	1010,5	2,8	250	0,049	5,73	1,52	4,26	0,2	19,6	4	8	94	т.п.1шт*0,2
6	1229,4	9,54	250	0,049	6,97	2,1	20,03	1,17	29	34	54	148	отв.90,4шт*0,21 т.п.1шт*0,33
7	1679,4	6,03	315	0,0615	7,59	1,92	11,58	0,27	34,5	9	21	169	т.п.1шт*0,27
8	2048,3	5,7	400	0,126	4,52	0,55	3,14	0,74	12,4	9	12	181	т. пов.1шт.*0,74
9	3145,8	4,62	400	0,126	6,94	1,19	5,50	0,42	29,1	12	18	199	отв.90,2шт*0,21» [2].
Ответление 10 Невязка((86–16)/86)=81,4% Одиафрагма 94 мм													
ВР	225	–		0,098	0,64			2	0,7	1	1	1	АДР–М 700X150

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	225	7,37	160	0,02	3,13	0,89	6,56	1,26	6,1	8	14	16	отв.90,1шт*0,21, т.пов.1шт*1,05
Ответвление 11 Невязка((148-21)/148)=85,8% Øдиафрагма 114 мм													
0	450	-		0,098	1,28			2	3	6	6	6	АДР-М 700X150
11	450	4,94	200	0,0314	3,98	0,97	4,79	1,05	9,3	10	15	21	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 12-13 Невязка ((169-25)/169)=85,2% Øдиафрагма 96 мм													
BP	150			0,054	0,77			2	0,75	2	2	2	АДР-М 600x100
12	150	4,6	125	0,0123	3,39	1,31	6,03	0,21	6,15	1	7	9	отв.90,1шт*0,21
13	368,9	0,84	160	0,02	5,12	0,68	0,57	1,05	14,5	15	16	25	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 14-18 Невязка ((181-41)/181)=77,35% Øдиафрагма 191 мм													
BP	139,65			0,054	0,72			2	0,75	2	2	2	АДР-М 600x100
14	139,65	5,92	125	0,0123	3,15	1,18	6,99	0,37	6,12	2	9	11	отв.90,1шт*0,21, т.п.1шт*0,15
15	218,3	1,46	160	0,02	3,03	0,8	1,17	0,15	5,5	1	2	13	т.п.1шт*0,15
16	794,4	2,38	315	0,0615	3,59	0,46	1,09	0,15	7,4	1	2	15	т.п.1шт*0,15
17	878,6	3,45	315	0,0615	3,97	0,581	2,00	0,37	9,45	3	6	20	отв.90,1шт*0,21, т.п.1шт*0,15
18	1097,5	6,23	315	0,0615	4,96	0,87	5,42	1,05	14,6	15	21	41	т. пов.1шт.*1,05
П2 Магистраль													
BP	2993,25			0,134	6,20			2,2	82	180	180	180	КМУ 600x250
1	2993,25	10	560	0,246	3,38	0,221	2,21	0,2	6,7	1	4	184	т.п.1шт*0,2
2	5986,5	10	630	0,312	5,33	0,446	4,46	0,2	17,1	3	8	192	т.п.1шт*0,2
3	8979,75	3,52	710	0,396	6,30	0,35	1,23	1,05	23,4	25	26	218	т. пов.1шт.*1,05
4	11973	17,74	710	0,396	8,40	0,85	15,08	0,84	42,5	36	51	268	отв.90,4шт*0,21
Ответвление 5 Невязка ((218-189)/218)=13,3%													
BP	2993,25			0,134	6,20			2,2	82	180	180	180	КМУ 600x250
5	2993,25	6,48	560	0,246	3,38	0,221		1,3	6,7	9	9	189	т. пов.1шт.*1,3

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПЗ Магистраль													
BP	367,7		250	0,046	2,220		0	1,7	7	12	12	12	ДПУ–М 250
1	367,7	2,38	160	0,02	5,11	2,1	5,00	0,36	15,5	6	11	22	отв.90.1шт*0,36
2	735,4	2,38	200	0,0314	6,51	2,42	5,76	0,15	26,5	4	10	32	т.п.1шт*0,15
3	1103,1	2,38	250	0,049	6,25	1,72	4,09	0,15	24,1	4	8	40	т.п.1шт*0,15
4	1470,8	2,38	315	0,0615	6,64	1,49	3,55	0,15	27,4	4	8	48	т.п.1шт*0,15
5	1838,5	2,38	355	0,099	5,16	0,78	1,86	0,15	15,4	2	4	52	т.п.1шт*0,15
6	2206,2	2,38	355	0,099	6,19	1,15	2,74	0,15	23	3	6	58	т.п.1шт*0,15
7	2573,9	5,62	400	0,126	5,67	0,91	5,11	0,33	19,9	7	12	70	т.п.1шт*0,33
8	5148	14,34	500	0,96	1,49	0,055	0,79	0,63	1,4	1	2	71	отв.90,3шт*0,21
Ответвление 9–15 Невязка ((70–45)/70)=35,7% Øдиафрагма 367 мм													
BP	367,7		250	0,046	2,22		0	1,7	7	12	12	12	ДПУ–М 250
9	367,7	2,38	200	0,0314	3,25	0,69	1,64	0,36	6,35	2	4	16	отв.90.1шт*0,36
10	735,4	2,38	250	0,049	4,17	0,72	1,71	0,15	10	2	3	19	т.п.1шт*0,15
11	1103,1	2,38	355	0,099	3,10	0,33	0,79	0,15	5,8	1	2	21	т.п.1шт*0,15
12	1470,8	2,38	355	0,099	4,13	0,517	1,23	0,15	9,81	1	3	23	т.п.1шт*0,15
13	1838,5	2,38	400	0,126	4,05	0,442	1,05	0,15	9,7	1	3	26	т.п.1шт*0,15
14	2206,2	2,38	450	0,159	3,85	0,37	0,88	0,15	8,8	1	2	28	т.п.1шт*0,15
15	2573,9	2,38	450	0,159	4,50	0,477	1,14	1,3	12,1	16	17	45	т.п.пов.1шт.*1,3
П4 Магистраль													
BP	338,3		250	0,046	2,04			1,7	7	12	12	12	ДПУ–М 250
1	338,3	1,83	160	0,02	4,70	1,72	3,15	0,36	13,5	5	8	20	отв.90.1шт*0,36
2	676,6	1,83	200	0,0314	5,99	2,08	3,81	0,15	21,6	3	7	27	т.п.1шт*0,15
3	1014,9	1,83	250	0,049	5,75	1,55	2,84	0,15	20,1	3	6	33	т.п.1шт*0,15
4	1353,2	1,83	315	0,0615	6,11	1,25	2,29	0,15	21,9	3	6	38	т.п.1шт*0,15
5	1691,5	1,83	355	0,099	4,75	0,73	1,34	0,15	14,1	2	3	42	т.п.1шт*0,15

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	2029,5	5,02	355	0,099	5,69	1	5,02	0,33	20,2	7	12	54	т.п.1шт*0,33
7	4059	8,43	450	0,159	7,09	1,09	9,19	0,63	29,8	19	28	81	отв.90,3шт*0,21
Ответвление 8–13 Невязка ((54–44)/54)=18,52% Øдиафрагма 339 мм													
BP	338,3		250	0,046	2,04		0	1,7	7	12	12	12	ДПУ–М 250
8	338,3	1,83	200	0,0314	2,99	0,604	1,11	0,36	5,4	2	3	15	отв.90.1шт*,0,36
9	676,6	1,83	250	0,049	3,84	0,752	1,38	0,15	8,2	1	3	18	т.п.1шт*0,15
10	1014,9	1,83	315	0,0615	4,58	0,87	1,59	0,15	14,8	2	4	21	т.п.1шт*0,15
11	1353,2	1,83	355	0,099	3,80	0,5	0,92	0,15	9,2	1	2	24	т.п.1шт*0,15
12	1691,5	1,83	355	0,099	4,75	0,73	1,34	0,15	14,2	2	3	27	т.п.1шт*0,15
13	2029,5	1,83	400	0,126	4,47	0,546	1,00	1,36	12	16	17	44	т. пов.1шт.*1,36
B1 Магистраль													
BP	139,2			0,018	2,15			2	6	12	12	12	АДР–М 200x100
1	139,2	7,2	100	0,0079	4,89	3,48	25,06	1,05	14,7	15	40	52	отв.90,3шт*0,3, т.п.1шт.*0,15
2	281,3	2,03	125	0,0123	6,35	4,01	8,14	0,15	24,4	4	12	64	т.п.1шт*0,15
3	421,3	3,68	160	0,02	5,85	2,6	9,57	0,6	20,1	12	22	86	т.п.1шт*0,6
4	505,5	0,77	200	0,0314	4,47	1,2	0,92	0,6	11,9	7	8	94	т.п.1шт*0,6
5	703,6	4,12	200	0,0314	6,22	2,25	9,27	1,05	22,9	24	33	127	тр. пов.1шт* 1,05
6	1237,12	17,57	250	0,049	7,01	2,14	37,60	0,9	29,6	27	64	192	отв.90,3шт*0,3,
Ответвление 7–8 Невязка ((94–31)/94)=67% Øдиафрагма 84 мм													
BP	58,1			0,018	0,90			2	6	12	12	12	АДР–М 200x100
7	58,1	3,82	100	0,0079	2,04	0,72	2,75	0,15	2,55	0	3	15	т.п.1шт*0,15
8	198,1	1,33	125	0,0123	4,47	2,2	2,93	1,05	11,9	12	15	31	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 9–12 Невязка ((127–71)/127)=44,1% Øдиафрагма 153 мм													
BP	219			0,027	2,25			2	8	16	16	16	КМР 200x150
9	219	3,9	160	0,02	3,04	0,8	3,12	0,6	5,5	3	6	22	т.п.1шт*0,6
10	282,2	4,4	160	0,02	3,92	1,3	5,72	0,6	9,4	6	11	34	т.п.1шт*0,6
11	501,2	6,42	200	0,0314	4,43	1,2	7,704	1,55	11,9	18	26	60	отв.90,4шт*0,3 т.п.1шт*0,35

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	533,5	5,7	250	0,049	3,02	0,605	3,4485	1,35	5,5	7	11	71	т. пов.1шт.*1,05, отв.90,1шт*0,3
В2 Магистраль													
BP	1160,9			0,134	2,41			2,2	14	31	31	31	КМР 600х250
1	1160,9	4	250	0,049	6,58	1,92	7,68	0,33	27,1	9	17	47	т.п.1шт*0,33
2	2321,8	4	355	0,099	6,51	0,125	0,50	0,65	26,5	17	18	65	т.п.1шт*0,65
3	3482,7	4	450	0,159	6,08	0,815	3,26	0,8	22	18	21	86	т.п.1шт*0,8
4	4543,6	1,3	500	0,96	1,31	0,045	0,06	1,05	1,1	1	1	87	тр. пов.1шт* 1,05
5	5804,5	4,93	560	0,246	6,55	0,73	3,60	0,9	25,9	23	27	114	отв.90,3шт*0,3,
Ответвление 6 Невязка ((87-41)/87)=52,8% Øдиафрагма 226 мм													
BP	1160,9			0,134	2,41			2,2	14	31	31	31	КМР 600х250
6	1160,9	2,7	355	0,099	3,26	0,35	0,95	1,39	6,35	9	10	41	т. пов.1шт.*1,39
В3 Магистраль													
BP	1160,9			0,134	2,41			2,2	14	31	31	31	КМР 600х250
1	1160,9	4	250	0,049	6,58	1,9	7,6	0,33	27,1	9	17	47	т.п.1шт*0,33
2	2321,8	4	355	0,099	6,51	0,125	0,50	0,65	26,4	17	18	65	т.п.1шт*0,65
3	3482,7	4	450	0,159	6,08	0,815	3,26	0,8	22	18	21	86	т.п.1шт*0,8
4	4543,6	1,3	500	0,96	1,31	0,45	0,06	1,05	1,1	1	1	87	тр. пов.1шт* 1,05
5	5804,5	4,93	560	0,246	6,55	0,73	3,60	0,9	25,9	23	27	114	отв.90,3шт*0,3,
Ответвление 6 Невязка ((87-41)/87)=52,8% Øдиафрагма 226 мм													
BP	1160,9			0,134	2,41			2,2	14	31	31	31	КМР 600х250
6	1160,9	2,7	355	0,099	3,26	0,35	0,95	1,39	6,35	9	10	41	т. пов.1шт.*1,39
В4 Магистраль													
BP	572		0	0,087	1,83			2	6	12	12	12	КМР 500х200
1	572	1,5	200	0,0314	5,06	1,5	2,25	0,15	15,1	2	5	17	т.п.1шт*0,15
2	1144	1,5	250	0,049	6,49	1,85	2,78	0,3	26,3	8	11	27	т.п.1шт*0,3
3	1716	1,5	355	0,099	4,81	0,75	1,13	1,85	14,5	27	28	55	отв.90,4шт*0,3, т.п.1шт*0,65

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	2288	1,5	355	0,099	6,42	1,2	1,80	0,65	26	17	19	74	т.п.1шт*0,65
5	2860	1,5	400	0,126	6,31	1	1,50		24,1	0	2	75	т.п.1шт*0,7
6	3432	3,42	450	0,159	6,00	0,809	2,77	2,54	21,6	55	58	133	отв.90,4шт*0,3, т.пов, 1шт*1,34
7	5148	12,95	500	0,96	1,49	0,055	0,71	0,9	1,35	1	2	135	отв.90,3шт*0,3,
Ответвление 8–10 Невязка ((133–39)/133)=70,7% Øдиафрагма 227 мм													
BP	572			0,087	1,83			2	6	12	12	12	КМР 500х200
8	572	1,5	250	0,049	3,24	0,55	0,83	0,3	6,9	2	3	15	т.п.1шт*0,3
9	1144	1,5	355	0,099	3,21	0,35	0,53	0,65	6,1	4	4	19	т.п.1шт*0,65
10	1716	0,88	355	0,099	4,81	0,73	0,64	1,39	14	19	20	39	т. пов.1шт.*1,39
B5 Магистраль													
BP	676,5			0,087	2,16			2	6	12	12	12	КМР 500х200
1	676,5	1,5	200	0,0314	5,98	2,08	3,12	0,35	21,6	8	11	23	т.п.1шт*0,35
2	1353	1,5	315	0,0615	6,11	1,3	1,95	0,5	22	11	13	36	т.п.1шт*0,5
3	2029,6	3,33	355	0,099	5,69	0,99	3,30	2,29	20	46	49	85	отв.90,3шт*0,3, т.пов, 1шт*1,39
4	4059	13,07	450	0,159	7,09	1,09	14,25	0,9	29,8	27	41	126	отв.90,3шт*0,3,
Ответвление 5–7 Невязка ((85–29)/85)=65,9% Øдиафрагма 270 мм													
BP	676,5			0,087	2,16			2	6	12	12	12	КМР 500х200
5	676,5	1,5	250	0,049	3,84	0,74	1,11	0,35	8,8	3	4	16	т.п.1шт*0,35
6	1353	1,5	355	0,099	3,80	0,48	0,72	0,5	8,6	4	5	21	т.п.1шт*0,5
7	2029,6	1,05	450	0,159	3,55	0,315	0,33	1,34	5,5	7	8	29	т. пов.1шт.*1,34
B6 Магистраль													
BP	75		100	0,007	2,98			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ–М 100
1	75	0,7	80	0,0069	3,02	1,9	1,33	0,15	5,4	1	2	6	т.п.1шт*0,15
2	150	1,3	100	0,0079	5,27	4	5,20	0,15	17,5	3	8	14	т.п.1шт*0,15
3	225	3,15	125	0,0123	5,08	2,66	8,38	2,4	15,1	36	45	58	отв.90,6шт*0,3, т.п, 1шт*0,6
4	300	0,925	160	0,02	4,17	1,38	1,28	1,2	10	12	13	72	отв.90,2шт*0,3, т.п, 1шт*0,6

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	375	1,13	160	0,02	5,21	2,1	2,37	0,6	16,5	10	12	84	т.п.1шт*0,6
6	450	3,9	200	0,0314	3,98	0,998	3,89	0,45	9,5	4	8	92	т.п.1шт*0,45
7	525	1,72	200	0,0314	4,64	1,3	2,24	1,65	13	21	24	116	отв.90,4шт*0,3, т.п.1шт*0,45
8	600	2,1	250	0,049	3,40	0,56	1,18	0,3	6,9	2	3	119	т.п.1шт*0,3
9	675	16,75	250	0,049	3,83	0,75	12,56	1,5	8,9	13	26	145	отв.90,5шт*0,3,
В7 Магистраль													
ВР	50		100	0,007	1,98			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ-М 100
1	50	1,13	80	0,0069	2,01	0,935	1,06	0,15	2,5	0	1	5	т.п.1шт*0,15
2	100	1,3	100	0,0079	3,52	1,39	1,81	0,15	7,35	1	3	8	т.п.1шт*0,15
3	175	0,67	100	0,0079	6,15	4,9	3,28	0,15	22	3	7	15	т.п.1шт*0,15
4	250	4,12	125	0,0123	5,65	3,3	13,60	1,35	19,5	26	40	55	отв.90,4шт*0,3, т.п.1шт.*0,15
5	400	0,35	160	0,02	5,56	2,35	0,82	0,6	18,4	11	12	67	т.п.1шт*0,6
6	550	4,5	200	0,0314	4,87	1,48	6,66	0,45	14,8	7	13	80	т.п.1шт*0,45
7	700	1,81	200	0,0314	6,19	2,21	4,00	0,45	22,5	10	14	94	т.п.1шт*0,45
8	800	16	250	0,049	4,54	0,95	15,20	1,5	12,6	19	34	128	отв.90,5шт*0,3,
Ответвление 9–10 Невязка $((94-13)/94)=86,2\%$ Øдиафрагма 59 мм													
ВР	50	0	100	0,007	1,98			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ-М 100
9	50	1	100	0,0079	1,76	0,589	0,59	0,15	1,8	0	1	5	т.п.1шт*0,15
10	100	0,43	100	0,0079	3,52	1,4	0,60	1,05	7,33	8	8	13	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 11–12 Невязка $((80-13)/80)=83,8\%$ Øдиафрагма 75 мм													
ВР	75		100	0,007	2,98			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ-М 100
11	75	1	100	0,0079	2,64	1,06	1,06	0,15	3,8	1	2	6	т.п.1шт*0,15
12	150	0,43	125	0,0123	3,39	1,35	0,58	1,05	6,9	7	8	13	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 13–16 Невязка $((67-20)/67)=70,15\%$ Øдиафрагма 80 мм													
ВР	37,5		100	0,007	1,49			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ-М 100
13	37,5	1,18	80	0,0069	1,51	0,468	0,55	0,15	1,35	0	1	5	т.п.1шт*0,15
14	75	1,22	100	0,0079	2,64	1,2	1,46	0,15	4,2	1	2	7	т.п.1шт*0,15

Продолжение приложения И

Продолжение таблица И.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	112,5	1,45	100	0,0079	3,96	2,36	3,42	0,15	9,4	1	5	12	т.п.1шт*0,15
16	150	0,86	125	0,0123	3,39	1,33	1,14	1,05	6,6	7	8	20	т. пов.1шт.*1,05
Ответвление 17–20 Невязка $((55-20)/55)=63\%$ Øдиафрагма 84 мм													
ВР	37,5		100	0,007	1,49			1,5	2,6	4	4	4	ДПУ–М 100
17	37,5	1,18	80	0,0069	1,51	0,468	0,55	0,15	1,35	0	1	5	т.п.1шт*0,15
18	75	1,22	100	0,0079	2,64	1,2	1,46	0,15	4,2	1	2	7	т.п.1шт*0,15
19	112,5	1,45	100	0,0079	3,96	2,36	3,42	0,15	9,4	1	5	12	т.п.1шт*0,15
20	150	0,86	125	0,0123	3,39	1,33	1,14	1,05	6,6	7	8	20	т. пов.1шт.*1,05
В8 Магистраль													
ВР	87,8			0,018	1,35			2	6	12	12	12	АДР–М 200x100
1	87,8	5,65	100	0,0079	3,09	1,46	8,25	0,15	5,5	1	9	21	т.п.1шт*0,15
2	429,8	0,67	160	0,02	5,97	2,69	1,80	0,6	21,3	13	15	36	т.п.1шт*0,6
3	541,5	6,26	200	0,0314	4,79	1,4	8,76	1,05	14,5	15	24	60	отв.90,2шт*0,3, т.п.1шт.*0,45
4	711,1	16,23	200	0,0314	6,29	2,3	37,33	1,2	23,5	28	66	125	отв.90,4шт*0,3,

Приложение К
Расчетные схемы системы вентиляции

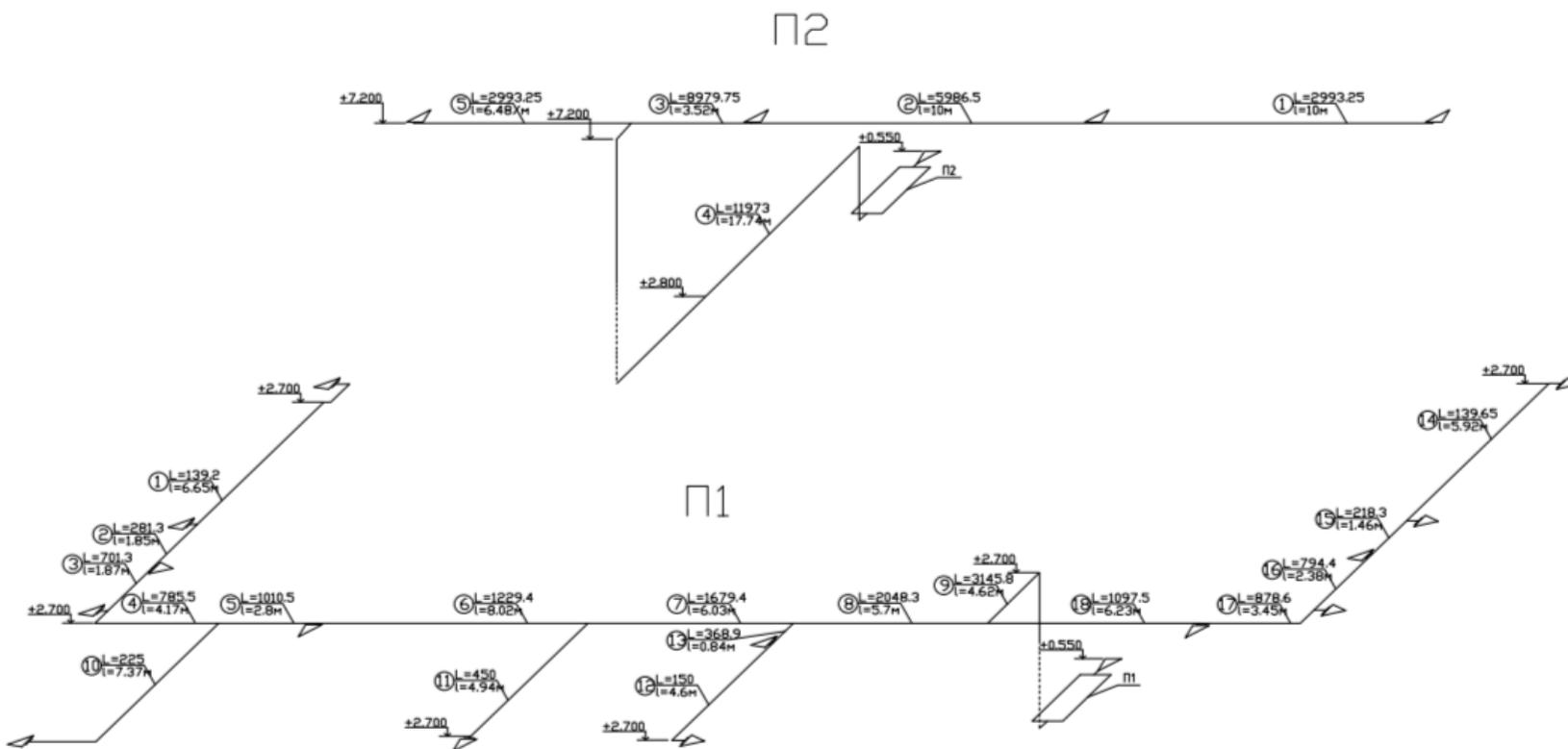


Рисунок К.1 – Расчетная схема системы П1, П2

Продолжение приложения К

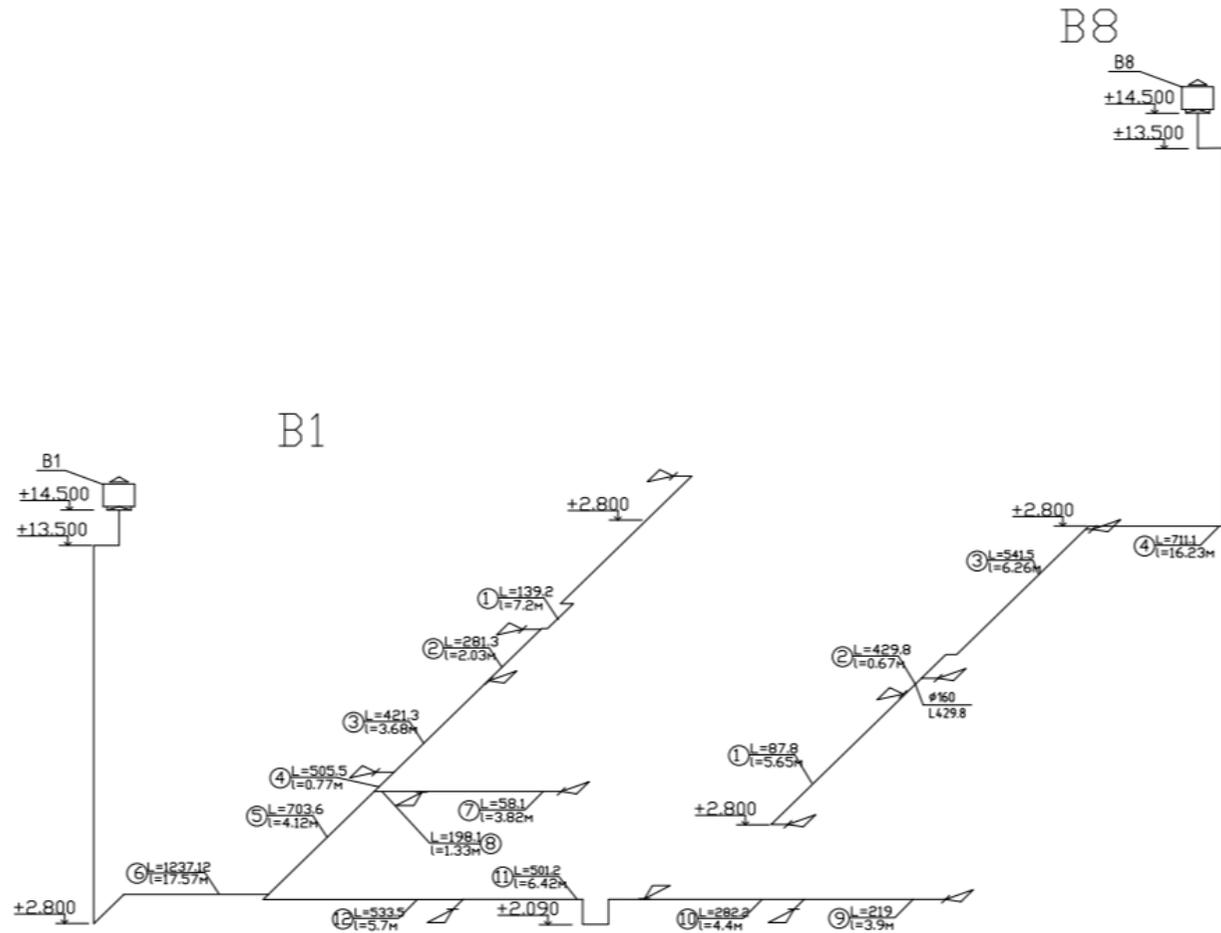


Рисунок К.2 – Расчетная схема системы ПЗ, П4

Продолжение приложения К

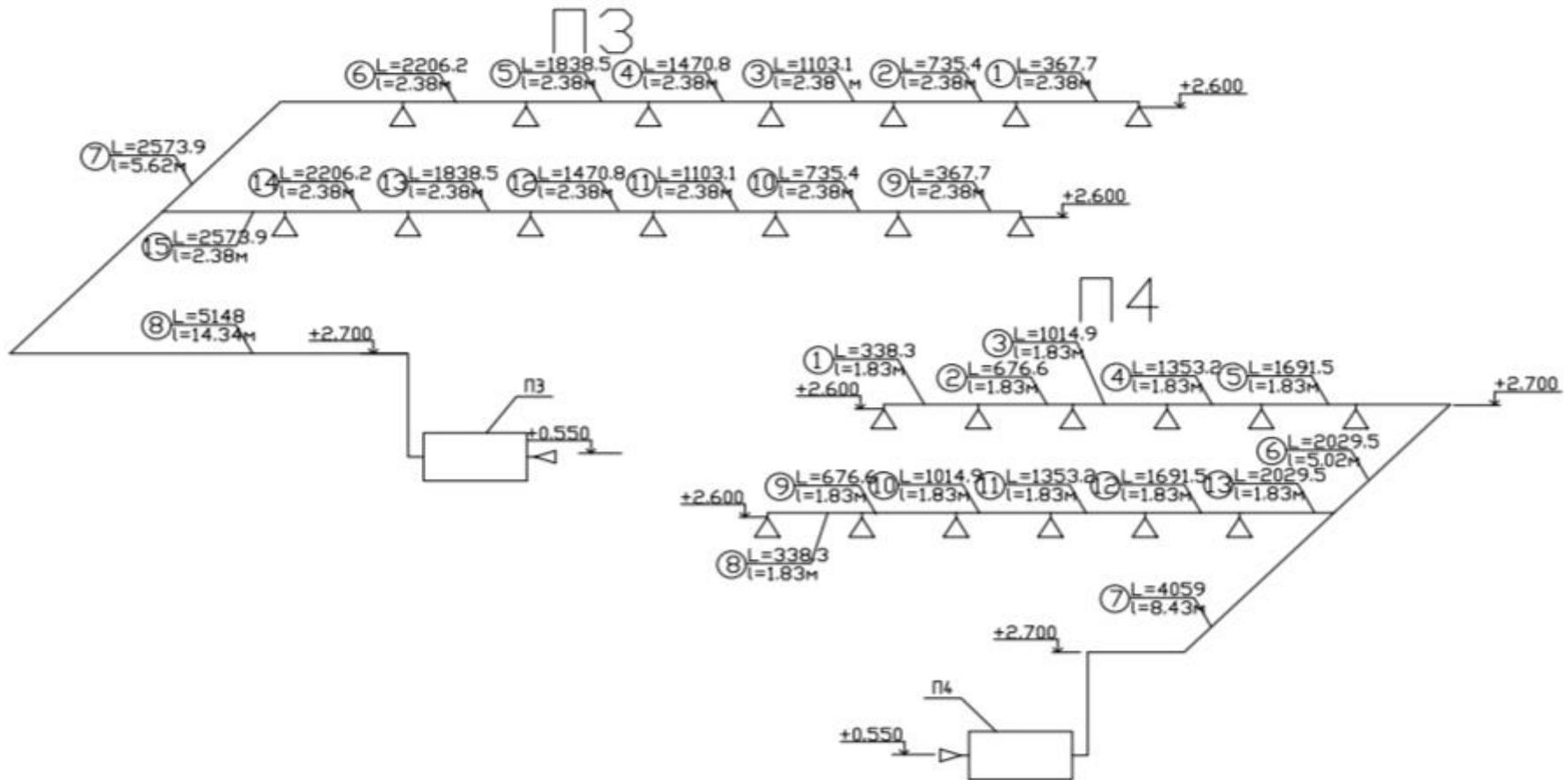


Рисунок К.3 – Расчетная схема системы В1, В8

Продолжение приложения К

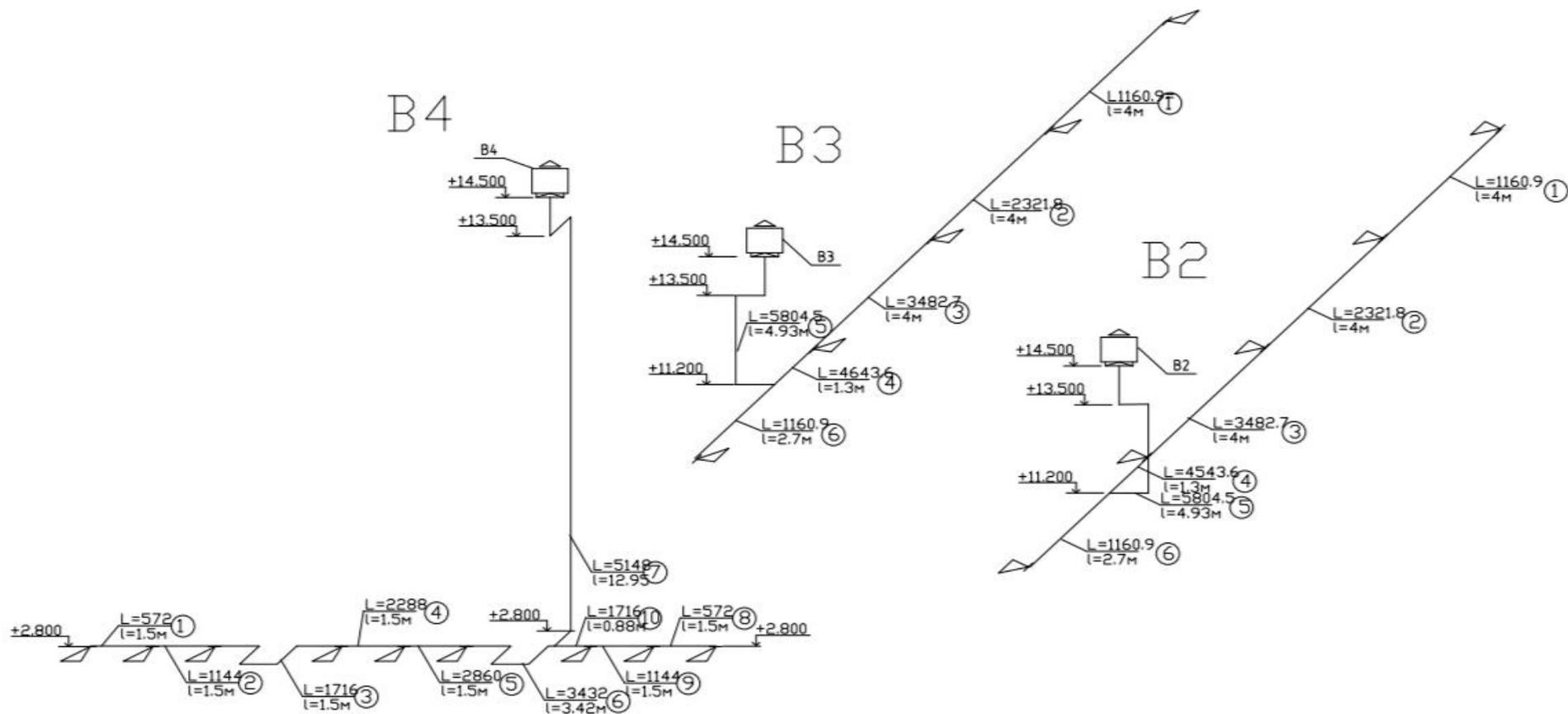


Рисунок К.4 – Расчетная схема системы В2, В3, В4

Продолжение приложения К

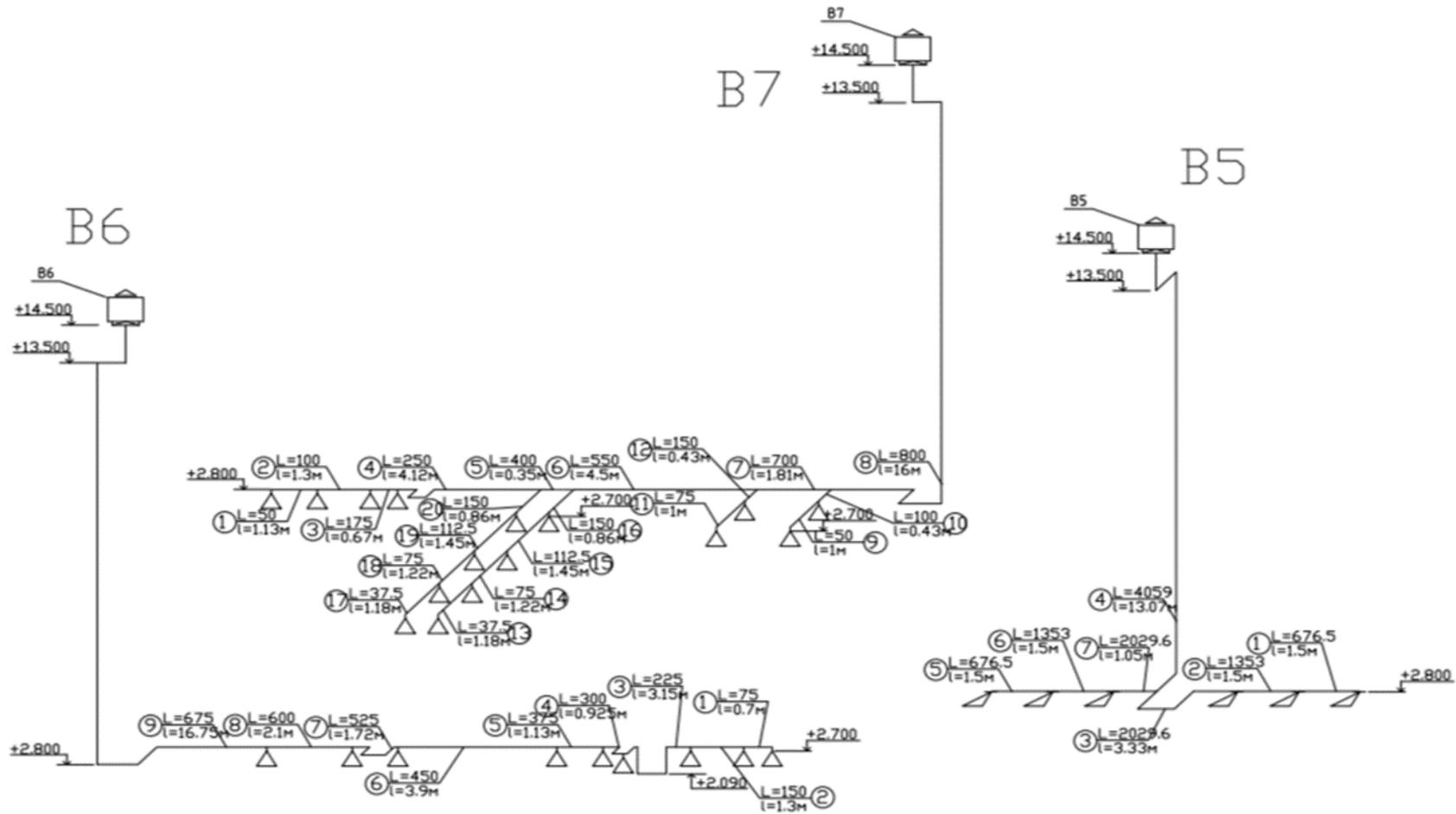


Рисунок К.5 – Расчетная схема системы B5, B6, B7

Приложение Л

Характеристика вентиляционного оборудования

3. Результаты расчета для 3700 Aqua-BC

Результаты расчета для холодного периода года		
Приточная установка 3700 Aqua-BC		
Требуемая мощность нагревателя	47.6 кВт	
Модель нагревателя и см. узла	W63-S3-25-8-4	
Запас мощности нагревателя	56%	
Параметры смесительного узла	3-х х.сх., Kvs 4	
Расход теплоносителя	1.62 т/ч	
Ду труб (при длине труб до 30 м)	40 мм (пп 50 мм)	
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0.35 м/с / 38 Па/п.м	
Присоединительные размеры	Смесит. узел с 3-х ход. кл.: 1" В.Р.	
Макс. потреб. мощность ток	1,2 кВт 1,8 А – 380В	
Воздушный фильтр	G4: расчетное сопротивление 29 Па (начальное сопр. 29 Па учтено в вент. хар.) F7: расчетное сопротивление 36 Па Расчет выполнен при начальном загрязнении	
Параметры вентилятора	1.1 кВт (ЕС-вентилятор с обратногозагнутыми лопатками, Китай)	
Уровень шума LwA (акустич. мощн.)	72 дБА 79 дБА 63 дБА (на всасывании на выпуске от корпуса)	
Уровень звук. давл. LpA от корпуса	49 дБА	
Макс. мощность в режиме воздушного отопления (применяется совместно с теплым полом):		
Максимально возможная мощность	74.1 кВт (47.6 кВт + 26.5 кВт воздушное отопление)	
Расход теплоносителя с возд. отоплением	2.55 т/ч	
Ду труб с возд. отопл. (при длине до 30 м)	50 мм (пп 60 мм)	
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0.36 м/с / 30 Па/п.м	
Общее потребление энергии		
Суммарная треб. тепловая мощность	47.6 кВт, теплоноситель вода 95/70°C	
Среднее потребление тепла	17800 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)	
Суммарная эл. потребляемая мощность	1.1 кВт, 380 В – 3 фазы	
Среднее энергопотребление	396 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)	
Параметры воздуха	На входе	На выходе
Процесс обработки воздуха		Нагрев 47.6 кВт
Температура, °C	-27.0°C	18.0°C
Влажность, %	80%	2%
Точка росы, °C	-29.2°C	-29.2°C
Темп.влажн.терм., °C	-26.9°C	5.0°C
Влагосодержание, г/кг	0.3 г/кг	0.3 г/кг
Энтальпия, кДж/кг	-26.5 кДж/кг	18.8 кДж/кг
Плотность воздуха, кг/м³	1.41 кг/м³	1.19 кг/м³
Расход возд. фактич., м³/ч	2 682 м³/ч	3 173 м³/ч
Расход станд. возд., м³/ч	3 146 м³/ч	3 146 м³/ч
Расход возд. массовый, кг/ч	3 787 кг/ч	3 787 кг/ч

Рисунок Л.1 – Параметры приточной установки П1

Продолжение приложения Л

3. Результаты расчета для 12000 Aqua-BC

Результаты расчета для холодного периода года			
Приточная установка 12000 Aqua-BC			
Требуемая мощность нагревателя	169 кВт		
Модель нагревателя	W88		
Запас мощности нагревателя	57%		
Параметры смесительного узла	Смесит. узел не входит в комплектацию, параметры: 3-х ходовая схема, Kvs 15		
Падение давления на калорифере	37 кПа (при 5,86 т/ч)		
Расход теплоносителя	5,86 т/ч		
Диаметр труб (при длине труб до 30 м)	60 мм (пп 80 мм)		
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0,58 м/с / 61 Па/п.м		
Присоединительные размеры	Калорифер: 1 1/2" Н.Р.		
Макс. потреб. мощность ток	4,6 кВт 7 А – 380В		
Воздушный фильтр	G4: расчетное сопротивление 40 Па (начальное сопр. 40 Па учтено в вент. хар.) F7: расчетное сопротивление 50 Па Расчет выполнен при начальном загрязнении		
Параметры вентиляторов	1,1 кВт × 4 штуки (ЕС-вентилятор с обратнаогнутыми лопатками, Китай)		
Уровень шума LwA (акустич. мощн.)	81 дБА 91 дБА 70 дБА (на всасывании на выпуске от корпуса)		
Уровень звук. давл. LpA от корпуса	55 дБА		
Макс. мощность в режиме воздушного отопления (применяется совместно с теплым полом):			
Максимально возможная мощность	266 кВт (169 кВт + 97,0 кВт воздушное отопление)		
Расход теплоносителя с возд. отоплением	9,12 т/ч		
Диаметр труб с возд. отопл. (при длине до 30 м)	80 мм (пп 90 мм)		
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0,51 м/с / 35 Па/п.м		
Общее потребление энергии			
Суммарная треб. тепловая мощность	169 кВт, теплоноситель вода 95/70°C		
Среднее потребление тепла	63000 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)		
Суммарная эл. потребляемая мощность	4,2 кВт, 380 В – 3 фазы		
Среднее энергопотребление	1560 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)		
Параметры воздуха			
	На входе	+	На выходе
Процесс обработки воздуха			Нагрев 169 кВт
Температура, °C	-27,0°C		15,0°C
Влажность, %	80%		2%
Точка росы, °C	-29,2°C		-29,2°C
Темп.влажн.терм., °C	-26,9°C		3,5°C
Влажосодержание, г/кг	0,3 г/кг		0,3 г/кг
Энтальпия, кДж/кг	-26,5 кДж/кг		15,7 кДж/кг
Плотность воздуха, кг/м³	1,41 кг/м³		1,21 кг/м³
Расход возд. фактич., м³/ч	10 209 м³/ч		11 950 м³/ч
Расход станд. возд., м³/ч	11 973 м³/ч		11 973 м³/ч
Расход возд. массовый, кг/ч	14 414 кг/ч		14 414 кг/ч

Рисунок Л.2 – Параметры приточной установки П2

Продолжение приложения Л

3. Результаты расчета для 6000 Aqua-BC

Результаты расчета для холодного периода года			
Приточная установка 6000 Aqua-BC			
Требуемая мощность нагревателя	72.8 кВт		
Модель нагревателя и см. узла	W85-S3-32-8-8		
Запас мощности нагревателя	73%		
Параметры смесительного узла	3-х х.сх., Kvs 8		
Расход теплоносителя	2.50 т/ч		
Диаметр труб (при длине труб до 30 м)	50 мм (пп 60 мм)		
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0.36 м/с / 29 Па/п.м		
Присоединительные размеры	Смесит. узел с 3-х ход. кл.: 1" В.Р.		
Макс. потреб. мощность ток	3,3 кВт 5 А – 380В		
Воздушный фильтр	G4: расчетное сопротивление 29 Па (начальное сопр. 29 Па учтено в вент. хар.) F7: расчетное сопротивление 37 Па Расчет выполнен при начальном загрязнении		
Параметры вентилятора	3,3 кВт (ЕС-вентилятор с обратнотагнутыми лопатками, Китай)		
Уровень шума LwA (акустич. мощн.)	78 дБА 85 дБА 65 дБА (на всасывании на выпуске от корпуса)		
Уровень звук. давл. LpA от корпуса	49 дБА		
Макс. мощность в режиме воздушного отопления (применяется совместно с теплым полом):			
Максимально возможная мощность	125 кВт (72,8 кВт + 52,2 кВт воздушное отопление)		
Расход теплоносителя с возд. отоплением	4.32 т/ч		
Диаметр труб с возд. отопл. (при длине до 30 м)	60 мм (пп 80 мм)		
Скор. теплоносит. / паден. давл.	0.43 м/с / 33 Па/п.м		
Общее потребление энергии			
Суммарная треб. тепловая мощность	72.8 кВт, теплоноситель вода 95/70°C		
Среднее потребление тепла	27100 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)		
Суммарная эл. потребляемая мощность	2.6 кВт, 380 В – 3 фазы		
Среднее энергопотребление	971 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)		
Параметры воздуха			
	На входе	+	На выходе
Процесс обработки воздуха			Нагрев 72,8 кВт
Температура, °C	-27.0°C		15.0°C
Влажность, %	80%		2%
Точка росы, °C	-29.2°C		-29.2°C
Темп.влажн.терм., °C	-26.9°C		3.5°C
Влагосодержание, г/кг	0.3 г/кг		0.3 г/кг
Энтальпия, кДж/кг	-26.5 кДж/кг		15.7 кДж/кг
Плотность воздуха, кг/м³	1.41 кг/м³		1.21 кг/м³
Расход возд. фактич., м³/ч	4 389 м³/ч		5 138 м³/ч
Расход станд. возд., м³/ч	5 148 м³/ч		5 148 м³/ч
Расход возд. массовый, кг/ч	6 198 кг/ч		6 198 кг/ч

Рисунок Л.3 – Параметры приточной установки ПЗ

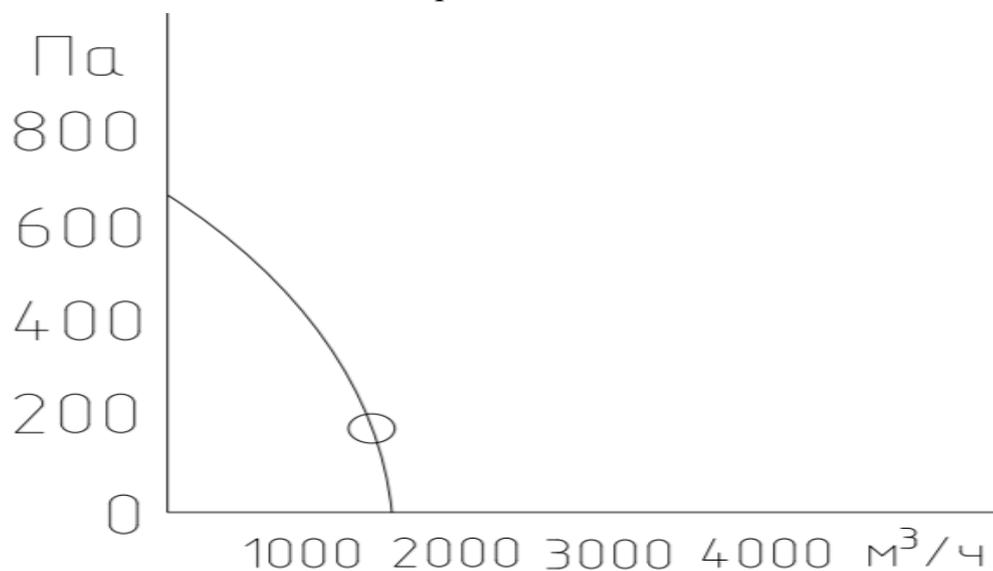
Продолжение приложения Л

3. Результаты расчета для 4500 Aqua-BC

Результаты расчета для холодного периода года	
Приточная установка 4500 Aqua-BC	
Требуемая мощность нагревателя	57.4 кВт
Модель нагревателя и см. узла	W85-S3-32-8-6,3
Запас мощности нагревателя	81%
Параметры смесительного узла	3-х х.сх., Kvs 6.3
Расход теплоносителя	1.95 т/ч
Диаметр труб (при длине труб до 30 м)	40 мм (пп 50 мм)
Скор., теплоносит., / паден., давл.	0.43 м/с / 56 Па/п.м
Присоединительные размеры	Смесит. узел с 3-х ход. кл.: 1" В.Р.
Макс. потреб. мощность ток	1,7 кВт 2,6 А – 380В
Воздушный фильтр	G4: расчетное сопротивление 18 Па (начальное сопр. 18 Па учтено в вент. хар.) F7: расчетное сопротивление 23 Па Расчет выполнен при начальном загрязнении
Параметры вентилятора	1,6 кВт (ЕС-вентилятор с обратнзагнутыми лопатками, Китай)
Уровень шума LwA (акустич. мощн.)	74 дБА 82 дБА 64 дБА (на всасывании на выпуске от корпуса)
Уровень звук. давл. LpA от корпуса	48 дБА
Макс. мощность в режиме воздушного отопления (применяется совместно с теплым полом):	
Максимально возможная мощность	98.4 кВт (57,4 кВт + 41,0 кВт воздушное отопление)
Расход теплоносителя с возд. отоплением	3.38 т/ч
Диаметр труб с возд. отопл. (при длине до 30 м)	50 мм (пп 60 мм)
Скор., теплоносит., / паден., давл.	0.48 м/с / 52 Па/п.м
Общее потребление энергии	
Суммарная треб. тепловая мощность	57.4 кВт, теплоноситель вода 95/70°C
Среднее потребление тепла	21400 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)
Суммарная эл. потребляемая мощность	1.6 кВт, 380 В – 3 фазы
Среднее энергопотребление	581 кВт·ч в месяц (при постоянном использовании, ориентировочное значение)
Параметры воздуха	На входе + На выходе
Процесс обработки воздуха	Нагрев 57.4 кВт
Температура, °C	-27.0°C / 15.0°C
Влажность, %	80% / 2%
Точка росы, °C	-29.2°C / -29.2°C
Темп.влажн.терм., °C	-26.9°C / 3.5°C
Влагосодержание, г/кг	0,3 г/кг / 0,3 г/кг
Энтальпия, кДж/кг	-26,5 кДж/кг / 15,7 кДж/кг
Плотность воздуха, кг/м³	1,41 кг/м³ / 1,21 кг/м³
Расход возд. фактич., м³/ч	3 461 м³/ч / 4 051 м³/ч
Расход станд. возд., м³/ч	4 059 м³/ч / 4 059 м³/ч
Расход возд. массовый, кг/ч	4 887 кг/ч / 4 887 кг/ч

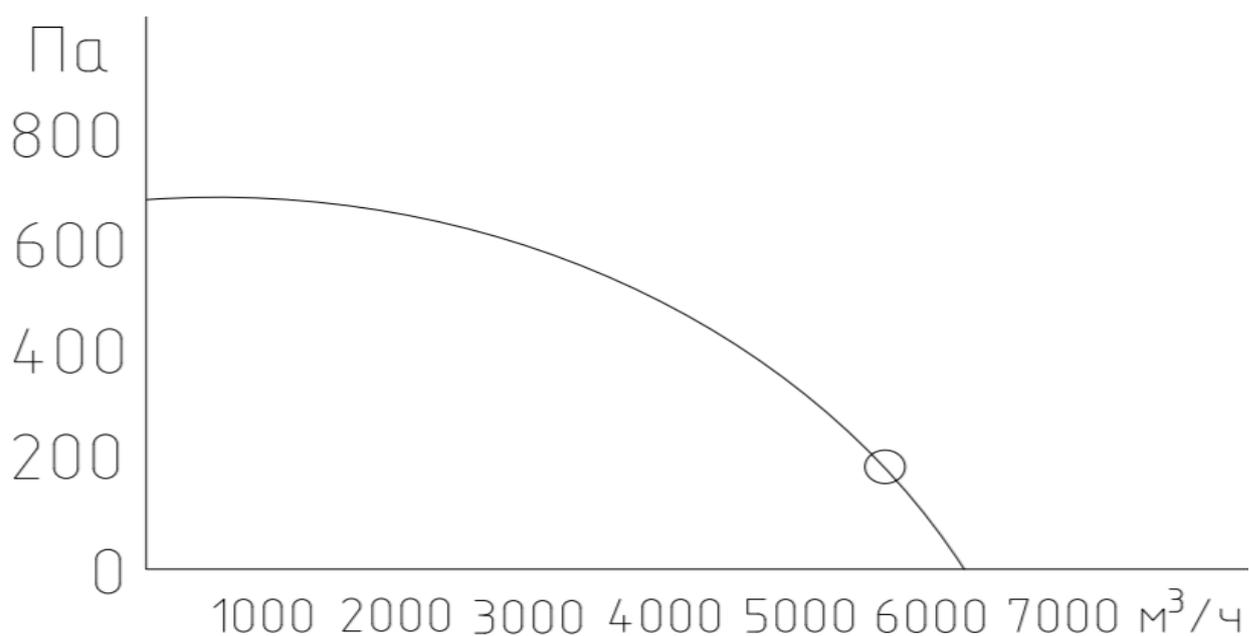
Рисунок Л.4 – Параметры приточной установки П4

Продолжение приложения Л
Подбор вытяжных систем



$L=1237 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=192 \text{ Па}$, RMVE–HT 225 Shuft.

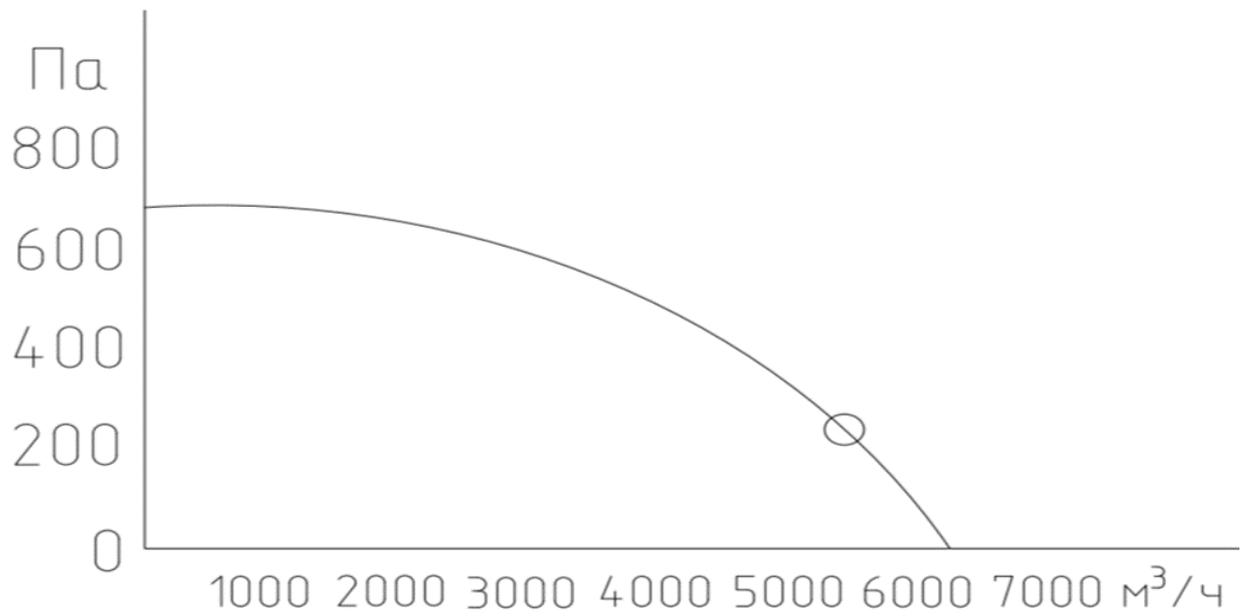
Рисунок Л.5 – Характеристика крышного вентилятора системы В1



$L=5805 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=114 \text{ Па}$, RMVE–HT 450 Shuft .

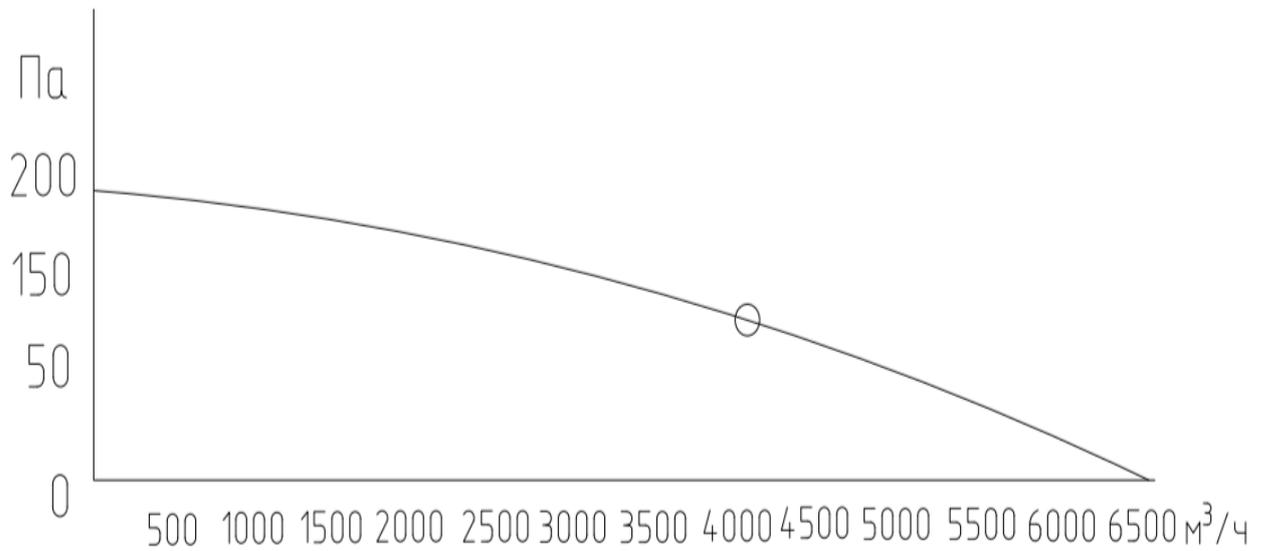
Рисунок Л.6 – Характеристика крышного вентилятора системы В2, В3

Продолжение приложения Л



$L=5148 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=135$, RMVE–HT 450 Shuft.

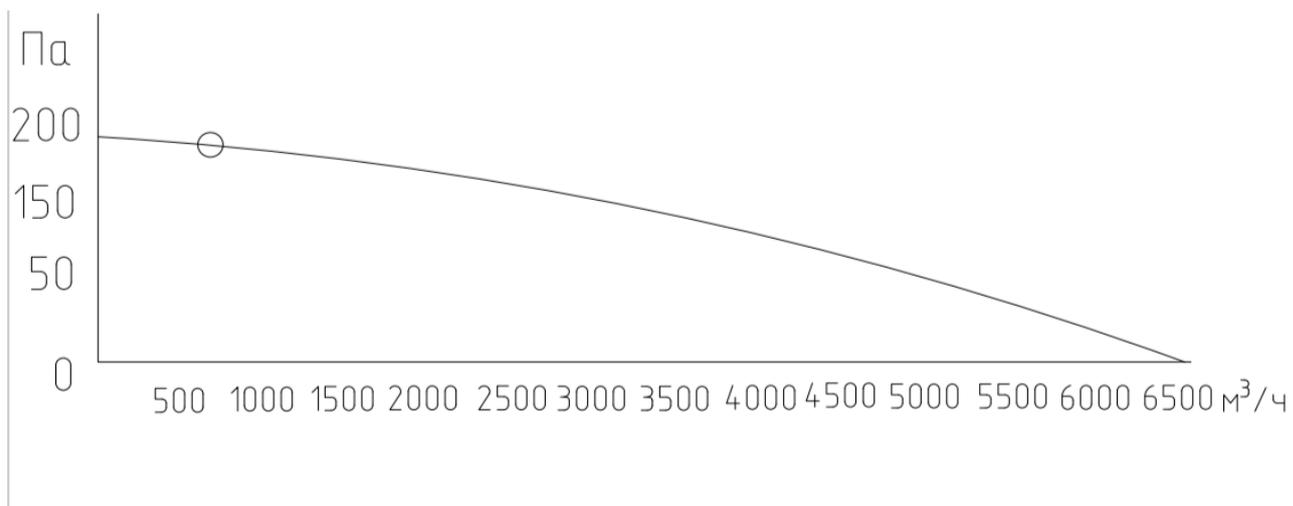
Рисунок Л.7 – Характеристика крышного вентилятора системы В4



$L=4059 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=126 \text{ Па}$, RMVD 630/950–8–VIM

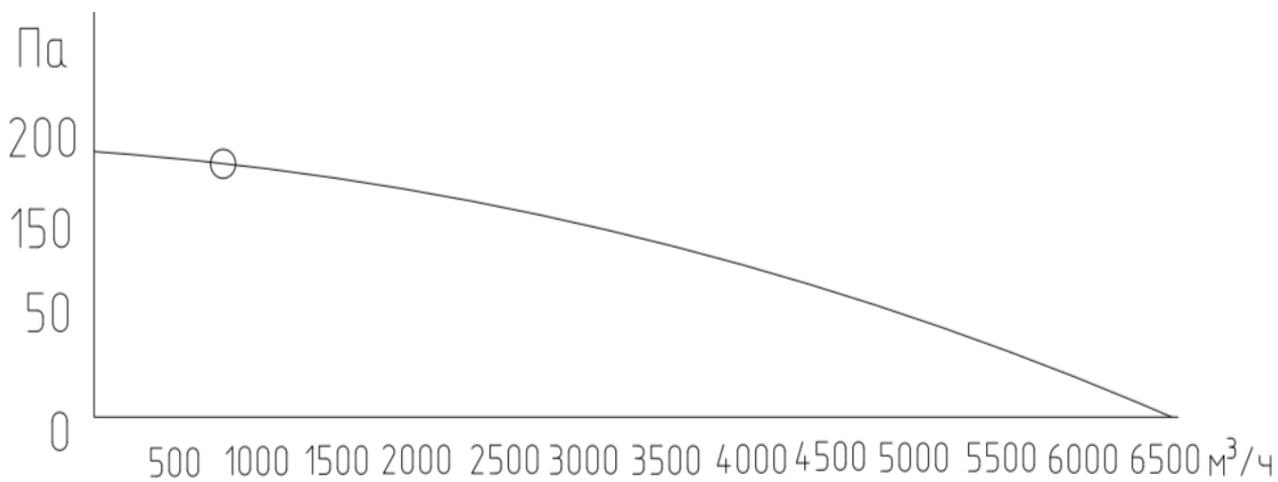
Рисунок Л.8 – Характеристика крышного вентилятора системы В5

Продолжение приложения Л



$L=675 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=145 \text{ Па}$ RMVD 630/950–8–VIM.

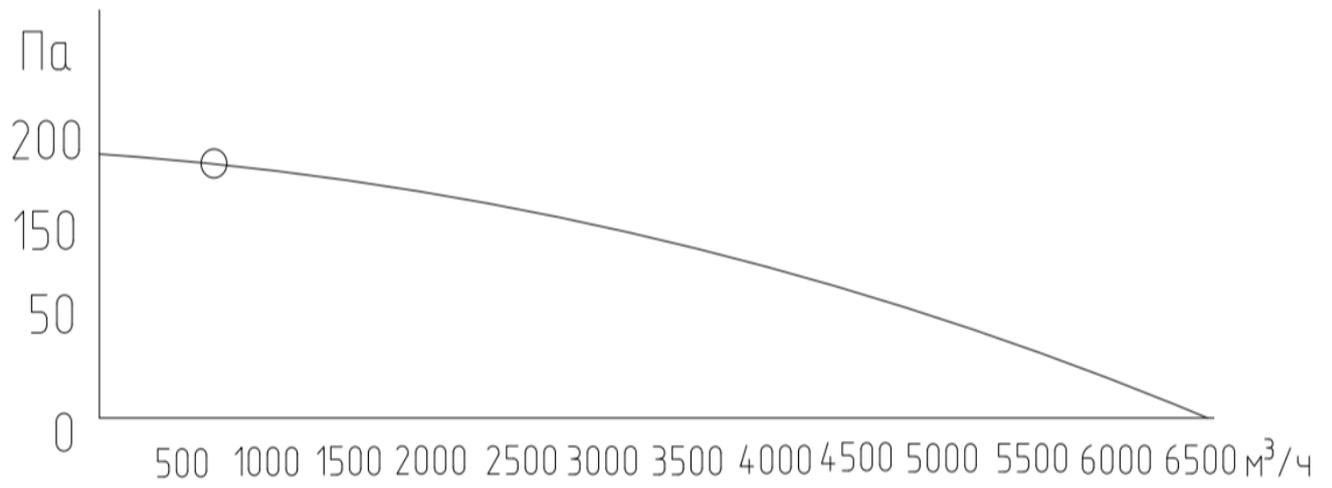
Рисунок Л.9 – Характеристика крышного вентилятора системы В6



$L=800 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=128 \text{ Па}$, RMVD 630/950–8–VIM.

Рисунок Л.10 – Характеристика крышного вентилятора системы В7

Продолжение приложения Л



$L=711 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P=125 \text{ Па}$, RMVD 630/950–8–VIM.

Рисунок Л.11 – Характеристика крышного вентилятора системы В8