

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)

Теплогаснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Ставропольский район. с.п. Узюково. Детский сад. Отопление и вентиляция

Студент

С.В. Шемякина

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, О.А. Сизенко

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

Тольятти, 2022

## **Аннотация**

В данной работе спроектированы системы отопления и вентиляции детского сада в с.п. Узюково.

Запроектированы две двухтрубные тупиковые системы водяного отопления, для групповых помещений предусмотрена система напольного отопления. Были выполнены: теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет теплопотерь, гидравлический расчет систем отопления и тепловой расчет отопительных приборов.

Разработаны четыре системы механической приточной вентиляции, для удаления воздуха из помещений предусмотрены вытяжные системы с искусственными побуждением.

Для приточно-вытяжных систем подобрано необходимое оборудование. Рассмотрены основные схемы управления автоматизации вентиляционных систем. Разработаны мероприятия по организации монтажных работ и инструкции по безопасности на производстве.

## Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные для проектирования .....	6
1.1 Архитектурно-планировочные решения .....	6
1.2 Климатические данные района строительства .....	6
1.3 Параметры внутреннего воздуха .....	7
1.4 Условия подключения к наружным сетям .....	7
2 Теплотехнический расчет.....	8
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	8
2.2 Определение теплопотерь .....	12
3 Отопление .....	13
3.1 Конструирование системы отопления .....	13
3.2 Расчет теплого пола .....	13
3.3 Расчет поверхности нагрева регистров из гладких стальных труб .....	16
3.4 Гидравлический расчет систем отопления №1, №2 и №3. ....	17
3.5 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	17
4 Вентиляция .....	17
4.1 Определение требуемого воздухообмена .....	18
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование .....	28
4.3 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств.....	28
4.4 Аэродинамический расчет систем вентиляции.....	33
4.4.1 Аэродинамический расчет систем механической вентиляции .	33
4.4.2 Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции...	35
4.5 Подбор оборудования систем вентиляции .....	35
5 Автоматизация.....	39
6 Организация монтажных работ .....	40
6.1 Определение объемов работ .....	40
6.2 Определение трудоемкости работ .....	44
6.3 Определение потребности в материалах .....	47
7 Безопасность технологического объекта.....	48

Заключение .....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Теплотери здания .....	57
Приложение Б Гидравлические расчеты систем отопления .....	70
Приложение В Тепловой расчет нагревательных приборов .....	83
Приложение Г Расчет воздухообмена.....	86
Приложение Д Аэродинамический расчет систем .....	92
Приложение Е Расчетные схемы приточно-вытяжных систем.....	114
Приложение Ж Схемы приточных установок и характеристики вентиляторов.....	121

## Введение

Всем известно, что в нашей стране ощущается острый дефицит мест в учреждениях дошкольного образования, поэтому каждый населенный пункт стремится построить у себя детский сад. Естественное развитие населенных пунктов, включает в себя развитие социально значимых объектов, школ, детских садов и медучреждений. Наряду со строительством градообразующих предприятий, строительство детских садов несет на себе важную роль в обеспечении должного развития детей и мест для молодых специалистов.

Целью данной работы является проектирование систем отопления и вентиляции в детском дошкольном образовательном учреждении. Для того чтобы достичь цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) подобрать исходные данные для района строительства;
- 2) выполнить теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определить теплопотери здания;
- 3) запроектировать систему отопления: рассчитать гидравлический и тепловой расчет нагревательных приборов;
- 4) осуществить выбор принципиальных решений по организации систем вентиляции, выполнить расчет по теплопоступлениям в помещениях, при этом определив требуемый воздухообмен, провести аэродинамические расчеты приточно-вытяжных систем;
- 5) рассмотреть схемы управления автоматизации;
- 6) выполнить необходимые расчеты для организации строительно-монтажных работ;
- 7) разработать комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасность проведения строительно-монтажных работ.

## **1 Исходные данные для проектирования**

### **1.1 Архитектурно-планировочные решения**

Объект проекта – детский сад, находящийся в Самарской области в с.п. Узюково. Композиционно двухэтажный детский сад решен в виде двух прямоугольных призм, размеры здания на плане 35,2x32,0 м. Строительный объем проектируемого объекта 10244 м<sup>3</sup>. Высота отапливаемого подвала – 2,8 м, высота первого и второго этажа равна 3,30 м. Ориентация главного фасада С.

### **1.2 Климатические данные района строительства**

Местоположение проектируемого объекта: Ставропольский район, с.п. Узюково.

Параметры наружного воздуха определены по СП 131.13330.2020 Строительная климатология [1], для города Самары.

Холодный период:

Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92:  $t_n = -27$  °С; удельная энтальпия:  $I = -29,8$  кДж/ кг; средняя температура и продолжительность отопительного периода:  $t_{от} = -4,7$  °С,  $z_{от} = 196$  сут/год; максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь:  $v = 3$  м/с; средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца:  $\varphi = 83\%$ .

Теплый период:

Температура воздуха в теплый период года, обеспеченностью 0,95:  $t_n = 25$  °С; удельная энтальпия:  $I = 52,8$  кДж/ кг; средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца:  $\varphi = 63\%$ ; минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль:  $v = 2,3$  м/с.

### 1.3 Параметры внутреннего воздуха

Параметры микроклимата для отопления помещений были приняты согласно СанПиН [2]. В таблице 1 представлены температуры внутреннего воздуха для холодного периода года.

Таблица 1 – Значения расчетных температур внутреннего воздуха

Наименование помещения	$t_{p.v.}, ^\circ\text{C}$
Душевая	25
Групповые и раздевательные (от 1,5 до 4 лет)	23
Холл, гардероб персонала, медицинский кабинет, процедурная	22
Групповые и раздевательные (от 4 лет и старше), кабинет заведующего, педагога-психолога, учителя-педагога, музыкального руководителя и инструктора по физической, методический кабинет, бухгалтерия	21
Спальные, туалетные, лестницы, спортивный и музыкальный зал, туалетные, коридор, помещение охраны, моечные посуды и тары	20
Кладовая для хранения музыкального и физкультурного и уборочного инвентаря на отм.3,300, кладовая чистого белья	19
Цех первичной обработки овощей, овощной цех, мясо-рыбный цех, холодный цех, стиральное и гладильное отделение	18
Буфетная, комната приема пищи, раздаточная, загрузочная, кладовая для хранения санок и лыж, подсобные помещения, кладовая мягкого инвентаря, помещения для уборочного инвентаря на отм.-2,800, , санузел, венткамера, воздухозаборная камера, тепловой пункт, технические помещения, тамбур	16
Кладовая сухих продуктов, помещение для уборочного инвентаря на отм. 0,000 помещение для холодильников	12
Горячий цех, помещение для размещения пожарного оборудования, электрощитовая	5

Относительная влажность воздуха в основных помещениях равна 50%, подвижность воздуха  $v_v = 0,15$  м/с. В помещениях пищеблока и постирочной равна 70%.

### 1.4 Условия подключения к наружным сетям

Модульная котельная является источником теплоснабжения. В качестве теплоносителя служит вода, с параметрами  $T_1 = 90$  °С,  $T_2 = 70$  °С.

## 2 Теплотехнический расчет

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется согласно методике, приведенной в СП 50.13330.2012 [3].

$$\text{ГСОП} = (22 - (-3,8)) \cdot 210 = 5418 \text{ (}^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год)}.$$

Описание всех ограждающих конструкций представлено в таблицах, представленных ниже.

Таблица 2 – Конструкция стены здания

№ слоя	Материал	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
1	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,76
2	Кладка из керамического пустотного кирпича	0,38	1600	0,58
3	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОФАС гидрофобизированные плиты	0,01	145	0,04
4	Фактурный слой фасадной штукатурки	0,004	1800	0,76

Требуемое сопротивление строительной ограждающей конструкции:

$$R_o^{\text{ТР}} = 0,00035 \cdot 5418 + 1,4 = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления:

$$R_o^{\text{НОМ}} = 3,3 \cdot 0,63 = 2,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт}.$$

Приведенное сопротивление наружной стены:

$$R_o^{\text{ПР}} = 0,9 \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,21} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,004}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 2,92 \text{ (м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C)/Вт};$$



$R_o^{np} = 2,92 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_o^{ном} = 2,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  – условие выполняется:  
полученное приведенное сопротивление ограждения выше требуемого  
сопротивления.

Таблица 3 – Конструкция покрытия здания

№ слоя	Материал	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °C)
1	Монолитная железобетонная плита покрытия	0,2	2500	1,92
2	Пароизоляция– Бикроэласт ГПП	0,0025	1000	0,22
3	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОРУФ Н 35 гидрофобизированные плиты	0,1	120	0,04
4	Базальтовая теплоизоляция ТЕХНОРУФ В 60 гидрофобизированные плиты	0,05	180	0,041
5	Керамзитобетон по уклону	0,1	600	0,2
6	Цементно-песчаная армированная стяжка	0,04	1800	0,76
8	Техноэласт ЭПП	0,003	1000	0,17
10	Техноэласт К (Пламя–стоп)	0,0045	1400	0,27

$$R_o^{TP} = 0,0005 \cdot 5418 + 2,2 = 4,34 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_o^{ном} = 4,34 \cdot 0,8 = 3,93 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

$$R_o^{np} = 1 \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,0025}{0,22} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,1}{0,2} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,003}{0,17} + \right) +$$

$$+ \frac{0,0045}{0,027} + \frac{1}{23} = 4,58 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$R_o^{np} = 4,58 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_o^{TP} = 3,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  – условие выполняется:  
приведенное сопротивление ограждения выше требуемого сопротивления.

Таблица 4 – Конструкция перекрытия над подвалом

№ слоя	Материал	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
1	Линолеум коммерческий гетеро-генный «Forbo Emerald Standart»	0,003	1800	0,38
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,07	1800	0,76
3	Монолитная железобетонная плита	0,2	2500	1,92
6	Фактурный слой	0,004	1800	0,76

$$R_o^{пр} = 1 \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{0,38} + \frac{0,07}{0,76} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,004}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 0,44 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

Таблица 5 – Конструкция пола подвала

№ слоя	Материал	Толщина $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
1	Упрочнитель для бетона «Мурексин ВН100»	0,002	600	0,175
2	Цементно-песчаная стяжка с железнением	0,05	1800	0,76
3	Постилающий слой-бетон	0,15		1,74
4	Цементно-песчаная стяжка	0,04	1800	0,76
5	Гидроизоляция Техниколь «Техноэласт ЭПП» 2 слоя	0,006	4	0,17
6	Затирка цементно-песчаная	0,01	1800	0,76
7	Подготовка бетонная	0,1	2500	1,74
8	Щебень	0,05	1250	0,21

Вертикальная часть:

I зона:

$$R_{у.п}^{ст} = 2,1 + \left( \frac{0,006}{0,3} + \frac{0,1}{0,032} + \frac{0,005}{0,76} \right) = 5,25 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

II<sup>A</sup> зона:

$$R_{y.п}^{ст} = 4,3 + \left( \frac{0,006}{0,3} + \frac{0,1}{0,032} + \frac{0,005}{0,76} \right) = 7,45 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Горизонтальная часть:

II<sup>B</sup> зона:

$$R_{y.п2}^{пол} = 4,3 + \left( \frac{0,002}{0,175} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,012}{0,17} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,05}{0,21} \right) = 4,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

III зона:

$$R_{y.п3}^{пол} = 8,6 + 0,45 = 9,05 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

IV зона:

$$R_{y.п4}^{пол} = 14,2 + 0,45 = 14,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Для данного здания были запроектированы оконные блоки из ПВХ профилей, с конструкцией двухкамерного стеклопакета (4М1–10–4М1–10–И) выполненных по ГОСТ 30674–99, имеющих приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^\phi = 0,71 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$

$R_0^{тр} = 0,56 \frac{\text{(м}^2 \cdot \text{°C)}}{\text{Вт}}; R_0^\phi = 0,71 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_0^{тр} = 0,56 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  – условие выполняется: приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачной конструкции не меньше требуемого.

В проекте приняты дверные блоки из ПВХ–профилей с остекленным вариантом заполнения дверного полотна, с утеплителем толщиной 16 мм, выполненных по ГОСТ 30970-2014. «Приведенное сопротивление теплопередаче которых равно  $R_0^\phi = 0,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$ » [3].

$$R_0^{тр} = 0,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$R_0^\phi = 0,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > R_0^{тр} = 0,53 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$  – условие выполняется: приведенное сопротивление теплопередаче наружной двери не меньше требуемого.

## 2.2 Определение теплотерь

«Теплотери через ограждающие конструкции помещений определяются по формуле:

$$Q_{\text{огр}} = kA(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \left(1 + \sum \beta\right) + Q_{\text{инф}} \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);

$A$  – площадь конструкции, м<sup>2</sup>;

$t_{\text{в}}$  – температура помещения, °С;

$t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха, °С;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий добавочные теплотери сверх основных теплотерь ограждения;

$Q_{\text{инф}}$  – потери теплоты на инфильтрацию, Вт.» [3].

Расчет теплотерь здания через ограждающие конструкции представлен в приложении А, в таблице А1.

## **3 Отопление**

### **3.1 Конструирование системы отопления**

Для поддержания требуемой температуры воздуха в помещении запроектированы три системы водяного отопления. Система отопления №1 – двухтрубная тупиковая, предназначена для отопления первого и второго этажа. Трубопроводы выполнены из металлопластика и прокладываются в полу с уклоном 0,001 для удаления воздуха, а для обеспечения стечения жидкости из системы отопления в котельной установлен компрессор марки К-11-07. Магистральные трубопроводы проложены под потолком подвала на отметке – 0,750. Через автоматические воздухоотводчики производится удаление воздуха. В помещениях постоянного пребывания детей, нагревательные элементы защищаются деревянными экранами.

В помещениях для групп, на первом этаже, предусматривается напольное отопление 2, которое укладывается в цементно-песчаной стяжке. Для системы напольного отопления были приняты металлополимерные трубы «VALTEC». Температура поверхности пола не более 23 °С. Температура теплоносителя в данной системе  $T_1 = 26,5 \text{ °С}$ ,  $T_2 = 22,5 \text{ °С}$ . Подключение системы теплого пола происходит от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через смесительный узел.

Система отопления №3 предназначена для равномерного обогрева подвальных помещений. Нагревательными элементами служат регистры, выполненные из гладких стальных труб. Прокладка труб осуществляется по полу подвала. Температура теплоносителя для систем отопления №1 и №3:  $T_1 = 90 \text{ °С}$ ,  $T_2 = 70 \text{ °С}$ .

### **3.2 Расчет теплого пола**

Расчет тёплого пола выполнен по методике, представленной [4].

1. Исходные данные:  $t_b = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $S_{\text{п}} = 61,8 \text{ м}^2$ , активная площадь пола  $S_a = 43,5 \text{ м}^2$ . Толщина цементно-песчаной стяжки 70 мм и покрытие пола из линолеума, толщиной 3 мм.

2. По технологическим требованиям температура пола не должна превышать более  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , определим требуемую мощность пола на данную температуру. Получаем, что для достижения заданной температуры поверхности пола, средний удельный тепловой поток должен составлять  $q = 20 \text{ Вт/м}^2$ . Тогда средняя температура поверхности пола (по графику) будет составлять  $22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , а фактическая мощность пола при заданных параметрах:  $Q = 43,5 \cdot 20 = 870 \text{ Вт}$ .

3. Среднюю температуру пола  $T_{\text{пол}} = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , примем за максимальную, так как температура пола распределена неравномерно.

«Средняя температура теплоносителя:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{пол}} + q \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + q \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} \quad (2)$$

где  $q$  – удельный тепловой поток;

$\delta_{\text{пл}}$  – толщина линолеума, м

$\lambda_{\text{пл}}$  – коэффициент теплопроводности линолеума,

$\delta_{\text{ст}}$  – толщина стяжки, м;

$\lambda_{\text{ст}}$  – коэффициента теплопроводности стяжки,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .» [4].

$$T_{\text{ср}} = 22,5 + 20 \frac{0,003}{0,38} + 20 \frac{0,07}{0,76} = 24,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Так как необходимо выполнение условия невышшения максимально допустимой температуры поверхности пола, шаг труб примем 200 мм. Тогда расход трубы составит:  $43,5 \cdot 5 = 217 \text{ м. п.}$  Разбиваем данное помещение на три петли  $n = 3$  шт, чтобы не превысить максимальные длины петель.

4. Тепловая нагрузка на каждую петлю:

$$Q_1 = Q : 3 = 870 : 3 = 290 \text{ Вт}.$$

5. Перепад температур равен:  $\Delta t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$T_1 = 24,5 + \frac{4}{2} = 26,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$T_2 = 24,5 - \frac{4}{2} = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

6. Расход теплоносителя в петле рассчитаем по формуле:

$$G = \frac{Q_1}{4187\Delta t} \quad 3)$$

$$G = \frac{290}{4187 \cdot 5} = 0,0173 \text{ кг/с}$$

7. Скорость воды в трубе:

$$V_{16} = \frac{1,274 \cdot 0,0173}{0,012^2 \cdot 1000} = 0,153 \text{ м/с}.$$

Так как полученная скорость получилась больше 0,15 м/с, но меньше 1 м/с, то данная труба, с диаметром  $d = 16$  мм, удовлетворяет допустимым интервалам скорости и ее использование целесообразно.

8. Линейные потери в петлях находятся с помощью гидравлических таблиц, на основании известной скорости теплоносителя и диаметра труб.

Потери давления на местные сопротивления определяем по формуле:

$$\Delta P_{\text{мес}} = \rho Z \frac{V_{16}^2}{2} \quad 4)$$

Гидравлического расчет теплого пола сведен в таблицу 6.

Таблица 6 – Гидравлический расчет теплого пола для групповых помещений

№ пом.	№	$l$ , м	$Q$ , Вт	$G$ , кг/с	$v$ , м/с	$\Delta P_{\text{лин}}$ , Па	$\Delta P_{\text{мес}}$ , Па	$\Delta P$ , Па
5,10,17	1	88,61	290	0,017	0,153	3456	241	3696
	2	78,61				3065		3306

	3	68,6				2675		2916
--	---	------	--	--	--	------	--	------

### 3.3 Расчет поверхности нагрева регистров из гладких стальных труб

Целью данного расчета является определение поверхности нагрева регистра и необходимой их длины. Расчет выполнен по методике, представленной в [6].

Определим размеры установленного горизонтального регистра из гладких труб наружным диаметром  $d = 80$  мм для помещения теплового пункта при следующих данных:  $Q = 325 \text{ Вт} = 279,4 \text{ ккал/ч}$ ;  $t_{\text{в}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{г}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{о}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ .

По таблице Ш.22 [6] находим теплоотдачу 1 экм регистра из гладких труб при:  $\Delta t_{\text{пр}} = 90 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{в}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Получаем, что теплоотдача при данных параметрах равна:  $q_{\text{э}} = 430 \text{ ккал/ч} \cdot \text{экм}$ .

Потребную поверхность нагрева определим по формуле:

$$F_{\text{п}} = \frac{Q}{q_{\text{э}}}, \quad (5)$$

где  $Q$  – теплопотери помещения, ккал/ч;

$q_{\text{э}}$  – теплоотдача 1 экм регистра из гладких труб, ккал/ч · экм.

$$F_{\text{п}} = \frac{279,4}{430} = 0,65 \text{ экм.}$$

Общая длина труб для устройства регистра находится по формуле:

$$l = \frac{F_{\text{п}}}{f_{\text{э}}}, \quad (6)$$

где  $f_{\text{э}}$  – поверхность нагрева 1 м гладкой трубы регистра, экм.

По таблице Ш.26 [6] определим поверхность нагрева 1 м гладкой трубы, диаметром 80 мм при двухрядном расположении труб:  $f_{\text{э}} = 0,358 \text{ экм}$ .

Тогда общая длина труб равна:  $l = \frac{0,65}{0,358} = 1,82 \text{ м}$ .



Таким образом, при двухрядном расположении труб  $n = 2$  шт, длина одного регистра будет составлять:  $1,82:2 = 0,91 \text{ м} \approx 1 \text{ м}$ . Расчет регистров для остальных помещений выполнен аналогичным образом, результаты расчетов приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет поверхности нагрева регистров из гладких труб

№ пом.	$Q$ , Вт	$Q$ , ккал \ч	$t_{в}$ , °С	$\Delta t_{пр}$ °С	$d$ , мм	$q_{э}$ , ккал/ч · ЭКМ	$F_p$ , ЭКМ	$l_{тр}$ , м	$n$ , шт	$l_{ф}$ , м
2	325	279,4	16	90-70	80	430	0,65	1,8	2	$2 \cdot 1 = 2 \text{ м}$
3	126	108,3	16		50	430	0,25	0,6	1	$1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}$
4	126	108,3	16		50	430	0,25	0,6	1	$1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}$
5	249	214,1	16		80	430	0,50	1,4	2	$2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ м}$
7	624	536,5	18		80	415	1,29	3,6	3	$3 \cdot 1,3 = 3,9 \text{ м}$
8	1438	1236,5	16		80	430	2,88	8	4	$4 \cdot 2,1 = 8,4 \text{ м}$
11	1739	1495,3	16		80	415	3,60	10,1	6	$2 \cdot 1,9 = 11,4 \text{ м}$
12	3435	2953,6	16		80	430	6,87	19,2	8	$8 \cdot 2,4 = 19,2 \text{ м}$
14	423	363,7	16		80	415	0,88	2,5	3	$3 \cdot 1 = 3 \text{ м}$
15	598	514,2	16		80	430	1,20	3,3	3	$3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ м}$

### 3.4 Гидравлический расчет систем отопления №1, №2 и №3.

«Целью гидравлического расчета является подбор диаметров трубопроводов, способные обеспечить заданные тепловые нагрузки приборов.» [6]. Данный расчет выполнен по методике, представленной в [6]. Результаты гидравлических расчетов систем отопления представлены в приложении Б.

### 3.5 Тепловой расчет нагревательных приборов

Для определения площади отопительных приборов и вычисления требуемого количество секций радиаторов необходимо провести тепловой расчет нагревательных приборов. Данный расчет выполнен по методике, представленной в [6]. Результаты расчета представлены в приложении В, в таблице В.1.

## 4 Вентиляция

## 4.1 Определение требуемого воздухообмена

«Расчет воздухообмена для основных помещений здания будет определяться по нормируемой кратности:

$$L = n \cdot V, \quad 7)$$

де  $V$  – внутренний объем помещения, м<sup>3</sup>;

$n$  – нормируемая кратность.» [6].

Для горячего цеха и стирального отделения воздухообмен будет определен по расчету. Результаты расчета воздухообмена по кратности представлены в приложении Г, в таблице Г.1.

«Количество тепла и влаги, Вт, поступающее в помещение от людей, определяется по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad 8)$$

где  $q$  – удельное выделение тепла или влаги одним человеком, Вт/чел;

$n$  – количество человек, одновременно находящихся в помещении.»

[6].

Для определения теплового баланса в горячем цеху, в холодный период года, внутренняя температура воздуха равна:  $t_{\text{в}} = 16$  °С, а в теплый период года равна:  $t_{\text{в}} = 28$  °С.

Среднее количество рабочих в горячем цеху, составляет 3 человека. Следовательно, количество тепла, которое выделяется работающим персоналом равно:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 127 \cdot 3 = 381 \text{ Вт.}$$

$$\text{ТП: } Q_{\text{л}} = 52 \cdot 3 = 156 \text{ Вт.}$$

«Тепловыделения от источников искусственного освещения определяются как:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (9)$$

где  $E$  – освещенность, Лк;

$F$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{осв}}$  – удельные тепловыделения, Вт/м<sup>2</sup>;

$\eta_{\text{осв}}$  –доля тепла, поступающего в помещение равна 1.» [6].

Для горячих цехов средняя освещенность рабочих поверхностей согласно [7] равна 300 лк. В помещении приняты осветительные приборы преимущественно прямого света, со средними удельными выделениями тепла  $q_{\text{осв}} = 0,122$  Вт/(м<sup>2</sup> · лк).

$$\text{ХП: } Q_{\text{осв}} = 300 \cdot 38 \cdot 0,122 \cdot 1 = 1391 \text{ Вт.}$$

«Теплопоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода по формуле:

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) F_0 k_1 k_2 k_a \beta_{\text{сз}} \quad (10)$$

где  $q_{\text{вп}}$  – поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через остекление световых проемом;

$q_{\text{вр}}$  – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через остекление световых проемов;

$F_0$  – поверхность остекления, м<sup>2</sup>;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

$\beta_{\text{сз}}$  – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств.» [6].

В горячем цеху были приняты световые проемы двойного остекления в металлических переплетах. Степень загрязнения остекления незначительное, отсутствуют солнцезащитные устройства. Расчет количества тепла, поступающего от солнечной радиации сведен в таблицу 9.

$$Q_{\text{сол}} = 2144 \text{ Вт.}$$

«Теплопоступления от оборудования определяются по формуле:

$$Q_{\text{обор}} = N_y \cdot k_z, \quad 11)$$

де  $N_y$  – установочная мощность оборудования, кВт;

$k_z$  – коэффициент загрузки оборудования.» [6].

Для приготовления множества разнообразных блюд, горячий цех оснащён технологическим оборудованием. Коэффициент загрузки электрооборудования, согласно [8] для электроплиты равен 0,65; для электрических мармитов, электросковородок равен 0,5; для прочего оборудования равен 0,3. Состав технологического оборудования и результаты расчета теплопоступления представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчета теплопоступления от технологического оборудования

Технологическое оборудование	Кол-во	Мощность прибора $N_y$ , кВт	Объем		Теплопоступления от оборудования, кВт
			вытяжки/притока, м <sup>3</sup> /ч		
			на единицу оборудования	всего	
1	2	3	4	5	6
Электрическая плита ПЭ-0,51	2	12	750/440	1500/800	15,6
Котел пищеварочный КЭ-100, вместимостью 100 л	1	18,9	550/400	550/400	12,3
Сковородка электрическая СЭ-0,45	1	11,5	700/400	700/400	5,75
Пароконвектомат	1	9	400/-	400/-	2,4

$$Q_{\text{обор}} = 36050 \text{ Вт.}$$

В холодный период года система отопления в горячем цеху частично компенсирует теплопотери помещения, следовательно, количество тепла, поступающее в цех от системы отопления равно:  $Q_{\text{с.о.}} = 1279 \text{ Вт.}$

Расчет теплового баланса помещения представлен в таблице 10.

Таблица 9 – Расчет количества тепла, поступающего от солнечной радиации

	Часы суток													
	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
Горячий цех														
3														
$q_{вп}$	0	0	0	0	0	0	0	37	193	374	498	545	497	371
$q_{вр}$	28	44	53	57	59	60	65	72	84	100	123	129	119	73
$F_0, м^2$	6,2													
$k_1$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
$k_2$	0,95													
$\beta_{сз}$	1													
$Q_{сол}$	208	327	393	423	438	445	482	347	881	1508	1975	2144	1959	1412

Таблица 10 – Тепловой баланс горячего цеха

Наименование помещения	Период	Объем	Теплопоступления, Вт						Теплопотери, Вт			Избытки, Вт
			$Q_{об}$	$Q_{осв}$	$Q_{л}$	$Q_{сол}$	$Q_{с.о.}$	$\Sigma Q$	$Q_{пот}$	$Q_{инф}$	$\Sigma Q$	$Q, Вт$
Горячий цех	ТП	114	36050	–	156	2144	–	38355	–	–	–	38355
	ХП		36050	1391	381	–	1279	39086	1039	240	1279	37807

«В горячем цехе, температура воздуха, удаляемого через вытяжные зонты равна 42 °С , а температура воздушных масс под потолком равна 30 °С.» [9].

«Расход приточного воздуха, подаваемого в помещение определяется по формуле:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{МО}} + \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}} - \rho_{\text{в}} \cdot L_{\text{МО}} \cdot (t_{\text{y1}} - t_{\text{п}})}{\rho_{\text{в}} \cdot (t_{\text{y2}} - t_{\text{п}})}, \quad (12)$$

где  $L_{\text{МО}}$  – расход воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения системами местных отсосов, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{\text{я}}$  – избыточный явный тепловой поток в помещении, Вт;

$\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{\text{y1}}$  – температура воздуха, удаляемого системами местных отсосов из рабочей зоны помещения, °С;

$t_{\text{п}}$  – температура воздуха, подаваемого в помещение, °С;

$t_{\text{y2}}$  – температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами рабочей зоны, °С.» [6].

«Расход общеобменной вытяжной вентиляции определяется по формуле:

$$L_{\text{выт}} = L_{\text{пр}} - L_{\text{МО}}, \quad (13)$$

Температура приточного воздуха в холодный период года  $t_{\text{п}}$ , °С, определяется по формуле:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} \pm \Delta t_{\text{р}}, \quad (14)$$

где  $t_{\text{в}}$  – температура, внутреннего воздуха, °С;

$\Delta t_p$  – рабочая разность температур между приточным и внутренним воздухом, °С.» [6].

ХП:

Так как в помещении имеются тепловые избытки, тогда температура приточного воздуха:

$$t_{\text{п}} = 16 - 6 = 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Количество воздуха, которое подается в помещение равно:

$$L_{\text{пр}} = 3150 + \frac{3,6 \cdot 37807 - 1,2 \cdot 3150 \cdot (42 - 10)}{1,2 \cdot (30 - 10)} = 3780 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход воздуха, удаляемый общеобменной вытяжкой равен:

$$L_{\text{выт}} = 3780 - 3150 = 630 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

ТП:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{н}} = 25 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$L_{\text{пр}} = 3150 + \frac{3,6 \cdot 38350 - 1,2 \cdot 3150 \cdot (42 - 25)}{1,2 \cdot (30 - 25)} = 15450 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{выт}} = 15450 - 3150 = 12300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Так как  $L_{\text{т}} > L_{\text{х}}$ , то за расчетный расход приточного воздуха принимаем  $L_{\text{х}} = 3780 \text{ м}^3/\text{ч}$ . А то количество воздуха, которое будет недостаточно в теплый период года, будем подавать через открытые оконные проемы.

В стиральном отделении помимо тепловыделений присутствуют и влаговыделения, поэтому требуемый воздухообмен будем определять по полному, явному теплу и влаге, а за расчетный воздухообмен примем максимальное из получившихся значений.

Внутренняя температура воздуха в холодный период года равна:

$$t_{\text{в}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}, \text{ а в теплый период года равна } t_{\text{в}} = 28 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Так как в стиральном отделении нет постоянных рабочих мест, то количество людей, возможно находящихся в этом отделении, примем равном 1.



Таким образом, количество тепла и влаги, поступающего в помещении от одного человека равно:

ХП:

$$Q_{\text{л}} = 116 \cdot 1 = 116 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{вл}} = 128 \cdot 1 = 128 \text{ г/ч.}$$

ТП:

$$Q_{\text{л}} = 52 \cdot 1 = 52 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{вл}} = 212 \cdot 1 = 212 \text{ г/ч.}$$

В стиральном отделении средняя освещенность рабочих поверхностей равна 200 лк [7]. Тип светильника – преимущественно прямого света.

Тепло, выделяемое от источников искусственного освещения в холодный период года равно:

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 31,2 \cdot 0,122 \cdot 1 = 761 \text{ Вт.}$$

Количество тепла, поступающее от системы отопления, равно:

$$Q_{\text{с.о.}} = 624 \text{ Вт.}$$

Помещение стиральной оборудовано двумя стирально-отжимными машинами и сушильной машиной, мощность электродвигателей составляет 2,2 кВт. Во время своей работы, данное оборудование, выделяет 1,6 кг/ч влаги. «Коэффициент использования установочной мощности: 0,7, коэффициент загрузки двигателя – 0,6; коэффициент одновременности работы двигателей: 0,5; КПД двигателя: 0,82; коэффициент ассимиляции тепла воздухом помещения: 1.» [5].

Тепловыделения от стирально-отжимных и сушильных машин:

$$Q_{\text{обор}} = 3 \cdot (10^3 \cdot 2,2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,5(1 - 0,8 + 0,5 \cdot 0,8)) = 832 \text{ Вт;}$$

Расчет количества белья в сутки:

Согласно [10] для детей от 1,5 до 3 лет требуется 1,3 кг чистого белья, для детей более старшего возраста 1 кг белья. Вместимость ДОО составляет 6 групп на 130 мест. Из которых 42 человека - дети от 1,5 до 3 лет. Тогда количество необходимого белья для детей составляет:

$$M_{\text{с.б}} = (1,3 \cdot 42) + (1 \cdot 88) = 143 \text{ кг/ в неделю.}$$

Итого:  $143:5 = 28,6$  кг/сут.

Тогда масса мокрого белья составляет:

$$M_{\text{м.б}} = 28,6 \cdot 1,05 = 30,03 \text{ кг /сут.}$$

В помещение от 100 кг мокрого белья поступает 1047 Вт явного тепла и 5 кг/ч влаги, тогда для данной массы мокрого белья тепло-влажновыделения таковы:

$$1047 \text{ Вт} - 100 \text{ кг}$$

$$x \text{ Вт} - 30,03 \text{ кг}$$

$$x = \frac{30,03 \cdot 1047}{100} = 314 \text{ Вт.}$$

$$5 \text{ кг/ч} - 100 \text{ кг}$$

$$x \text{ кг/ч} - 30,03 \text{ кг}$$

$$x = \frac{30,03 \cdot 5}{100} = 1,5 \text{ кг/ч.}$$

В таблице 11 представлен тепловой баланс стирального отделения.

Таблица 11 – Тепловой баланс в стиральном отделении

Помещение	Период года	V, м <sup>3</sup>	Теплопоступления, Вт							Теплопотери, Вт			Избытки, Вт
			Q <sub>об</sub>	Q <sub>м.б</sub>	Q <sub>осв</sub>	Q <sub>л</sub>	Q <sub>сол</sub>	Q <sub>с.о.</sub>	ΣQ	Q <sub>пот</sub>	Q <sub>инф</sub>	ΣQ	
Стиральное отделение	ТП	78	832	314	–	52	–	–	1198	–	–	–	1198
	ХП		832	314	761	116	–	624	2647	624	–	624	2023

Количество полного избыточного тепла находим по следующей формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3,6Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8t_{\text{в}})W, \quad (15)$$

где  $Q_{\text{я}}$  – избытки явной теплоты, Вт;

$W$  – количество влаги, кг/ч.

$$\text{ХП: } Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 2023 + (2500 + 1,8 \cdot 18) \cdot 1,628 = 11406 \text{ кДж/ч;}$$

$$\text{ТП: } Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 1198 + (2500 + 1,8 \cdot 28) \cdot 1,712 = 8679 \text{ кДж/ч.}$$

Направление луча процесса определяется:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{п}}}{W}, \quad (16)$$

$$\text{ХП: } \varepsilon = \frac{11406}{1,628} = 7006 \text{ кДж/кг;}$$

$$\text{ТП: } \varepsilon = \frac{8679}{1,712} = 5069 \text{ кДж/кг.}$$

В холодный период года в стиральном отделении имеются тепловые избытки, тогда температура приточного воздуха:

$$\text{ХП: } t_{\text{п}} = 18 - 4 = 14 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$\text{ТП: } t_{\text{п}} = t_{\text{н}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Температура удаляемого воздуха в холодный период года равняется температуре внутреннего воздуха:

$$\text{ХП: } t_{\text{у}} = t_{\text{в}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

А в тёплый период года температура удаляемого воздуха равна:

$$\text{ТП: } t_{\text{у}} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

По заданным характеристикам оборудования, расход воздуха удаляемый местными отсосами составляет: от стирально-отжимных машин:  $L_{\text{МО}} = 500 \cdot 2 = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , от сушильной машины:  $L_{\text{МО}} = 540 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$$L_{\text{я}} = 1540 + \frac{3,6 \cdot 2023 - 1,2 \cdot 1540 \cdot (60 - 14)}{1,2 \cdot (18 - 14)} = -14 \text{ 653 м}^3/\text{ч;}$$

$$L_{\text{вл}} = 1540 + \frac{1628 - 1,2 \cdot 1540 \cdot (116,3 - 0,22)}{1,2 \cdot (1,22 - 0,22)} = -16 \text{ 653 .}$$

Таким образом, на удаление тепло и влагоизбытков приток не требуется.

$$\text{Принимаем } L_{\text{пр}} = L_{\text{МО}} = 1540 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

## **4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование**

Данный объект оборудован четырьмя системами механической приточной вентиляции. Система П1 предусмотрена для подачи воздуха в стиральное отделение. Организация воздухообмена «сверху–вниз» настилающими веерными струями. В качестве воздухораспределительных устройств приняты диффузоры ДКК315-7, в количестве 4 штук. Удаление воздуха от стирально-отжимной и сушильной машины осуществляется системой встроенными в оборудование местными отсосами. Удаление воздуха от стиральной-отжимной и сушильной машины осуществляется системами В2 и В3, оборудованными местными отсосами.

Система П2 раздает воздух в подвальные помещения, в качестве воздухораспределителей приняты решетки АМР. Удаление воздуха из помещения венткамеры и теплового пункта осуществляется вытяжной вентиляцией В1.

Для горячего цеха запроектирована приточная механическая вентиляция П3. Также предусмотрена местная вытяжная вентиляция. В4. Воздухообмен в горячем цеху рассчитан на ассимиляцию тепловыделений.

Для таких помещений как холодный, овощной, мясо-рыбный цех, моечная тары, моечная кухонной посуды, комната приема пищи, загрузочная предусмотрена система П4. Раздача воздуха осуществляется с помощью решеток типа АМР. Воздух из данных помещений удаляется механической вытяжной вентиляцией В5.

Удаления воздуха из комнаты приема пищи осуществляется системой вытяжной вентиляции В6.

В остальных помещениях вентиляция естественная. Оборудование для приточных систем установлено в венткамере, расположенной в подвале.

## **4.3 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств**

«Цель данного расчета – это выбор количества и типа воздухораспределителей, нахождение максимальной скорости движения воздуха и отклонения температуры в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне.

Последовательность расчета:

1. Определяется расчетная длина струи  $x$ :

$$x = 0,5 + \sqrt{F_{0.з.}} + h_{пом} - h_{р.з.}, \quad (17)$$

где  $F_{0.з.}$  – площадь модуля помещения, обслуживаемого одним ВР, м<sup>2</sup>;

$h_{пом}$  – высота помещения, м;

$h_{р.з.}$  – высота рабочей зоны, м.

Для плоских и веерных струй  $x_{отр}$  определяется по формуле:

$$x_{отр} = 0,4H, \quad (18)$$

где  $H$  – геометрическая характеристика приточной струи, м.

Геометрическая высота струи для компактных, конических и веерных струй:

$$H = \frac{\sqrt{T_{ок.с}} \cdot m \cdot V_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0 \cdot g}}, \quad (19)$$

где  $T_{ок.с}$  – температура окружающего воздуха, К;

$m, n$  – скоростной и температурный коэффициент ВР;

$V_0$  – скорость в расчетном сечении, м/с, равная отношению объемного расхода воздуха  $L_0$  к площади расчетного сечения ВР  $F_0$ ;

$\Delta t_0$  – избыточная температура воздуха на истечении приточной струи,

°C, равная разности температуры приточного и внутреннего воздуха;

$g$  – ускорение свободного падения, м<sup>2</sup>/с.

2. По заданным и рассчитанной длине струи определяется типоразмер ВР и рассчитываются значения скорости и избыточной температуры  $V_x$  и  $\Delta t_x$  в месте внедрения струи в обслуживаемую зону:

$$V_x = \frac{m \cdot L_0}{x \cdot \sqrt{F_0}} K_c K_B K_H, \quad (20)$$

где  $K_c K_B K_H$  – коэффициенты стеснения, взаимодействия и неизотермичности.

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{K_B}{K_c K_H}, \quad (21)$$

3. Полученные значения сопоставляют с нормируемыми  $V_{\text{доп}}$  и  $\Delta t_{\text{доп}}$ :

$$V_{\text{доп}} = k_H v_H, \quad (22)$$

где  $k_H$  – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха к максимальной скорости воздуха в струе [11];

$v_H$  – нормируемая скорость в помещении, м/с.

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{\text{доп}}$$

где  $\Delta t_{\text{доп}}$  – допустимое отклонение температуры в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне.» [11].

Расчет ВР для системы ПЗ, подаваемой воздух в горячий цех. По архитектурно-планировочным решениям для установки в данном помещении выбраны три конических диффузора ДКК355-7 с площадью расчетного

сечения  $F_0 = 0,099 \text{ м}^2$ . Скоростной и температурной коэффициент данного типа ВР равен:  $m = 1,3, n = 1,1$ .

Количество воздуха, проходящего через один воздухораспределитель:

$$L_0 = 3780/3 = 1260 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$V_0 = 1260/(3600 \cdot 0,099) = 3,55 \text{ м/с}.$$

Избыточная температура воздуха в приточной струе:

$$\Delta t_0 = |10 - 16| = 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Расчетная длина струи:

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{(38/3)} + 3 - 2 = 2,78 \text{ м}.$$

Геометрическая характеристика:

$$H = \frac{\sqrt{(273 + 16)} \cdot 1,3 \cdot 3,55 \cdot \sqrt[4]{0,099}}{\sqrt{1,1 \cdot 6 \cdot 9,81}} = 5,45 \text{ м}.$$

Расстояние от воздухораспределителя до точки отрыва настиляющей веерной струи от потолка, м:

$$x_{\text{отр}} = 0,4 \cdot 5,45 = 2,18 \text{ м}.$$

$2,18 \text{ м} < 2,78 \text{ м}$  Условие сохранения вида струи выполняется.

Поправочные коэффициенты к значениям  $V_x$  и  $\Delta t_x$  для схемы подачи воздуха сверху вниз настиляющими веерными струями, принимаются равными:  $K_B = 1; K_H = 1$ . Коэффициент стеснения  $K_C$  определяется по таблице и зависит от отношения:

$$\frac{h_{\text{пом}} - h_{\text{р.з.}}}{\sqrt{a \cdot b}} = \frac{3 - 2}{\sqrt{38/3}} \approx 0,28$$

Тогда  $K_C = 0,84$

$$V_x = \frac{1,3 \cdot 1260}{2,18 \cdot \sqrt{0,099} \cdot 3600} \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56 \text{ м/с};$$

$$\Delta t_x = \frac{1,1 \cdot 6 \cdot \sqrt{0,099}}{2,18} \cdot \frac{1}{0,84 \cdot 1} = 1,13 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Полученные значения сравним с нормируемыми:

$$V_{\text{доп}} = 1,8 \cdot 0,5 = 0,9 \text{ м/с};$$

$$0,9 \text{ м/с} > 0,56 \text{ м/с};$$

$$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$1,5 \text{ }^\circ\text{C} > 1,13 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Условия выполняются.

Расчет ВР для системы П1, подаваемой воздух в стиральное отделение.

По архитектурно-планировочным решениям для установки в данном помещении выбраны 4 конических диффузора ДКК315-7 с площадью расчетного сечения  $F_0 = 0,078 \text{ м}^2$ . Скоростной и температурной коэффициент данного типа ВР равен:  $m = 1,3, n = 1,1$ .

$$L_0 = 1665/4 = 417 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V_0 = 417/(3600 \cdot 0,078) = 1,48 \text{ м/с};$$

$$\Delta t_0 = |14 - 18| = 4 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{(31,2/4)} + 2,5 - 2 = 1,9 \text{ м};$$

$$H = \frac{\sqrt{(273 + 18)} \cdot 1,3 \cdot 1,48 \cdot \sqrt[4]{0,078}}{\sqrt{1,1 \cdot 4 \cdot 9,81}} = 2,64 \text{ м};$$

$$x_{\text{отгр}} = 0,4 \cdot 2,64 = 1,05 \text{ м};$$

$1,05 \text{ м} < 1,9 \text{ м}$ . Условие сохранения вида струи выполняется.

$$K_{\text{в}} = 1; K_{\text{н}} = 1;$$

$$\frac{h_{\text{пом}} - h_{\text{р.з.}}}{\sqrt{a \cdot b}} = \frac{3 - 2}{\sqrt{31,4}} \approx 0,179.$$

Тогда  $K_c = 0,88$ ;

$$V_x = \frac{1,3 \cdot 417}{1,9 \cdot \sqrt{0,078} \cdot 3600} \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 1 = 0,45 \text{ м/с};$$

$$\Delta t_x = \frac{1,1 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,078}}{1,9} \cdot \frac{1}{0,88 \cdot 1} = 1,32 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$V_{\text{доп}} = 0,9 \text{ м/с};$$

$$0,9 \text{ м/с} > 0,45 \text{ м/с};$$

$$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$1,32 \text{ }^\circ\text{C} > 1,43 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Условия выполняются.



## 4.4 Аэродинамический расчет систем вентиляции

### 4.4.1 Аэродинамический расчет систем механической вентиляции

«Аэродинамический расчет вентиляционных систем выполняют с целью выбора диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и побудителей движения воздуха.

Аэродинамический расчет сети воздуховодов производят в такой последовательности:

- 1) компонуют вентиляционную систему.
- 2) строят аксонометрическую схемы;
- 3) определяют магистраль и ответвления. Магистралью считается самое удаленное от вентилятора нагруженное направление;
- 4) используя справочную таблицу по скоростям и расходам воздуха намечают диаметры воздуховодов.
- 5) рассчитывают действительную скорость воздуха в воздуховоде по формуле:

$$v = \frac{L}{3600F} \quad (23)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке, м<sup>3</sup>/ч;

$F$  – площадь поперечного сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

6) по значению действительной скорости и диаметру по справочным таблицам определяют потери давления по длине  $R$ , Па/м и динамическое давление  $P_{\text{дин}}$ , Па.

7) определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений  $\sum \zeta$  по справочным данным.

8) определяют потери давления на трение по длине  $R \cdot l$ , Па

9) потери давления на местные сопротивления на участке, Па, определяют, как:

$$Z = \sum \zeta \cdot P_{\text{дин}} \quad (24)$$

где  $\zeta$  – коэффициент местных сопротивлений.

10) определяют полные потери давления:

$$Rl + Z, \text{ Па} \quad (25)$$

11) потери давлений в ответвлении  $\Delta P_{\text{отв}}$  и суммарные потери давления в магистрали от ее конца (наиболее удаленного от вентилятора участка) до точки подключения ответвления  $\Delta P_{\text{м}}$  должны удовлетворять соотношению:

$$\Delta P_{\text{м}} \geq \Delta P_{\text{отв}} \quad (26)$$

Несоблюдение соотношения допускается при условии:

$$\frac{\Delta P_{\text{м}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{м}}} * 100\% \leq 10 - 15\% \quad (27)$$

12) для уравнивания расчетных потерь давления на ответвлении устанавливают диафрагму. Коэффициент местного сопротивления диафрагмы находим по формуле:

$$\zeta_{\text{д}} = \frac{\Delta P_{\text{м}} - \Delta P_{\text{отв}}}{P_{\text{дин}}}, \quad (28)$$

Результаты аэродинамических расчетов приточно-вытяжных систем представлены в приложении Д, в таблицах Д.1 и Д.2, а расчетные схемы систем представлены в приложении Ж.» [11].

#### **4.4.2 Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции**

«Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции аналогичен расчету механической вентиляции. Отличие же заключается в том, что расчет начинают с определения располагаемого давления:

$$P_{\text{расп}} = h \cdot (\rho_{\text{нар}} - \rho_{\text{вн}}) \cdot g, \text{ Па} \quad (29)$$

где  $h$  – высота воздушного столба, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м<sup>2</sup>/с;

$\rho_{\text{нар}}, \rho_{\text{вн}}$  – плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>.» [12].

«В качестве расчетной температуры наружного воздуха в аэродинамическом расчете систем естественной вентиляции принимается температура равная 5°С.

Величину запаса при определении потери давления в основном расчетном направлении принимают:

$$5\% < \frac{P_{\text{расп}} - (\sum RL + Z)}{P_{\text{расп}}} < 15\% \quad (30)$$

Аэродинамический расчет естественной вентиляции выполнен в таблице Д.3, приложение Д.» [12].

#### **4.5 Подбор оборудования систем вентиляции**

Для приточных систем П1-П4 подбор приточных установок осуществлялся с помощью программы «Veza» [13]. В таблице 12 представлены исходные данные для подбора.

Таблица 12 – Исходные параметры для подбора

Наименование приточной установки	Расход воздуха	Давление	Температура воздуха на входе, $t_n, ^\circ\text{C}$	Температура воздуха на выходе, $t_{п}, ^\circ\text{C}$	Температура входной среды, $T_1, ^\circ\text{C}$	Температура среды на выходе, $T_2, ^\circ\text{C}$
П1	1665	143	-27	14	90	70
П2	1225	116	-27	16	90	70
П3	3780	173	-27	10	90	70
П4	1060	148	-27	18	90	70

Для системы П1 была подобрана приточная установка КЦК–1,6, состоящая из следующих секций:

- клапан вертикальный. Основные характеристики клапана: привод ТМС-24А-S (открыто-закрыто), размеры сечения ВхН=575х325 мм, гибкая ставка 595х345, масса данной секции 7 кг;

- фильтр карманный типа ФКК-ХХ-360-Х-G4, класс фильтрации G4, длина кармана 360 мм, габариты блока ВхНхL=700х450х550 мм, масса 25 кг;

- воздухонагреватель жидкостной типа ВНВ243.1-0,43-0,30-02-2,0-006-2, площадь фронта 0,13 м<sup>2</sup>, расход жидкости 981 кг/ч, производительность 23 кВт, габариты блока ВхНхL=700х450х250 мм, масса 31 кг;

- вентилятор типа AND 160 L/R, электродвигатель АИР71А4, частота вращения электродвигателя равна 1360 об/мин, габариты: ВхНхL=700х450х800мм, масса 48 кг. Характеристика вентилятора представлена в приложении Е, рисунок Е.1.

- шумоглушитель пластинчатый, количество и толщина пластины 3х100мм, длина пластин 500 мм, габариты блока ВхНхL=700х450х605 мм, масса 25 кг. Схема приточной установки П1 представлена в приложении Е, рисунок Е.2.

Для системы П2 была подобрана приточная установка КЦК–3,15, состоящая из следующих секций:

– клапан вертикальный, привод ТМС-24А-S (открыто-закрыто), размеры сечения ВхН=575х545 мм, габариты блока ВхНхL=700х800х450 мм, масса 40 кг;

– фильтр карманный типа ФВК-ХХ-360-Х-G4, класс фильтрации G4, длина кармана 360 мм, габариты блока ВхНхL=700х800х550 мм, масса 70 кг;

– воздухонагреватель жидкостной типа ВНВ243.1-043-065-02-3,5-08-2, площадь фронта 0,28 м<sup>2</sup>, расход жидкости 757 кг/ч, производительность 18 кВт, габариты блока ВхНхL=700х800х250 мм, масса 61 кг;

– вентилятор типа RDN 225 L/R электродвигатель АИР56В4, частота вращения электродвигателя 1350 об/мин, габариты блока ВхНхL=700х800х1000мм, масса 77 кг. Характеристика вентилятора представлена в приложении Е, рисунок Е.3.

– шумоглушитель пластинчатый, количество и толщина пластины 3х100мм, длина пластин 500 мм, габариты блока ВхНхL=700х800х605 мм, масса 30 кг. Схема приточной установки П2 представлена в приложении Е, рисунок Е.4.

Для системы П3 была подобрана приточная установка КЦК–3,15, состоящая из следующих секций:

– характеристики клапана вертикального и фильтра карманного те же, что и у системы П2;

– воздухонагреватель жидкостной типа ВНВ243.1-043-065-02-2,2-04-2, площадь фронта 0,28 м<sup>2</sup>, расход жидкости 2010 кг/ч, производительность 47 кВт, габариты блока ВхНхL=700х800х250 мм, масса 63 кг;

– вентилятор типа RDN 250 L/R электродвигатель АИР71В2, частота вращения электродвигателя равна 2800 об/мин, габариты блока ВхНхL=700х800х1000мм, масса 88 кг. Характеристика вентилятора представлена в приложении Е, рисунок Е.5.

– шумоглушитель тот же как в системе П2.

Схема приточной установки П3 представлена в приложении Е, рисунок Е.6.

Для системы П4 была подобрана приточная установка КЦК–3,15, состоящая из следующих секций:

– характеристики клапана вертикального и фильтра карманного те же, что и у системы П2;

– воздухонагреватель жидкостной типа ВНВ243.1-043-065-02-3,5-08-2, площадь фронта 0,28 м<sup>2</sup>, расход жидкости 686 кг/ч, производительность 16 кВт, габариты блока ВxHxL=700x800x250 мм, масса 61 кг;

– вентилятор типа AND 160 L/R, электродвигатель АИР63В6, частота вращения электродвигателя равна 860 об/мин, габариты блока ВxHxL=700x800x1000мм, масса 78 кг. Характеристика вентилятора представлена в приложении Е, рисунок Е.7.

– шумоглушитель тот же как в системе П2. Схема приточной установки П4 представлена в приложении Е, рисунок Е.8.

Для вытяжных систем В1-В3 и В5-В7 подбор вентилятора осуществлялся по каталогу [13]. Были подобраны канальные прямоугольные вентиляторы, устанавливаемые внутри вентиляционных каналов. Вентиляторы оборудованы двигателем с внешним ротором с возможностью регулирования частоты вращения. С помощью программы [14] для системы В4 был подобран крышной вентилятор. Основные характеристики вентиляторов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристики вентиляторов для систем В1-В7

Наименование	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Тип и марка вентилятора
В1	225	ВК-В4-200x250
В2	1000	ВК-В4 -200x400
В3	540	ВК-В4-200x400
В4	3150	КРОС61-035-00018/04
В5	1210	ВК-В4-500x200
В6	95	ВК-В4-200x200
В7	630	ВК-В4-500x300

## 5 Автоматизация

Присутствие автоматического регулирования в системах ОВК в данный период имеет широкое распространение. Так как есть возможность точного регулирования параметров внутреннего воздуха.

Под схемой управления и автоматизации для приточных вентустановок предусматривается:

1) управление электродвигателя вентилятора осуществляется с помощью преобразователя частоты. Принцип действия, которого заключается в питании электродвигателя переменным напряжением с меняющимся при этом по мере необходимости, значениями амплитуды и частоты тока;

2) автоматическое управление заслонкой наружного воздуха осуществляется с помощью привода воздушной заслонки, с двумя положениями (открыт/закрыт) с пружинным возвратом. При отключении напряжения питания, электропривод автоматически возвращает заслонку клапана в закрытое положение;

3) автоматическое регулирование температуры приточного воздуха с помощью регулирующего клапана, установленного на трубопроводе теплоносителя;

5) автоматическая защита калорифера от замерзания заключается в отключении электродвигателя вентилятора, закрытие заслонки наружного воздуха, циркуляционный насос калорифера продолжает работать;

6) запыленность воздушного фильтра контролируется датчиком реле перепада давления. После того как фильтр засорился и имеется необходимость очистки или замены блока фильтров, импульсивный сигнал поступает на щит автоматики.

## **6 Организация монтажных работ**

### **6.1 Определение объемов работ**

В основе организации монтажных работ лежит последовательный метод, сущность которого заключается в выполнении всех технологических процессов друг за другом на каждой из захваток (без совмещения по времени). Все монтажные работы систем отопления выполнены последовательно, следовательно, можно выделить три захватки по каждой системе: захватка I – система отопления №1, захватка II – система отопления №2, захватка III – система отопления №3

При подготовке объекта к монтажу согласно [15,16] должны быть проделаны следующие работы:

- размечены места установки отопительных приборов и места прохода трубопроводов;
- подготовлены отверстия и борозды для прокладки трубопроводов;
- отделка поверхности ниш и стен за нагревательными приборами.

«Работы по монтажу трубопроводов систем отопления рекомендуется производить в последовательности:

- 1) отметка на стенах местоположения крепёжных элементов и отверстий для пропуска труб;
- 2) установка креплений со сверлением отверстий;
- 3) прокладка трубопроводов из металлопластиковых труб:
  - монтаж металлопластиковых труб должен осуществляться по монтажному проекту при температуре окружающей среды не ниже 10 С;
  - расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных трубопроводов при открытой прокладке должно быть в пределах: от 35 до 55 мм при диаметре условного прохода до 32 мм включительно и от 50 до 60 мм при диаметрах 40-50 мм.



– для прохода через строительные конструкции необходимо предусматривать футляры, выполненные из пластмассовых труб. Внутренний диаметр футляра должен быть на 5-10 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы;

– трубопроводы должны быть заключены в защитный пластиковый гофрированный кожух.

#### 4) крепления трубопроводов:

В качестве средств крепления трубопровод и нагревательных приборов выступают: хомуты, фиксаторы, скобы и другие крепежные изделия.

#### 5) Монтаж радиаторов:

Отопительные приборы должны быть установлены на расстоянии не менее 100 мм от пола и 60 мм от поверхности стены.» [17].

«Длина отопительного прибора должна составлять не менее 75% ширины оконного проема.

Уклоны подводов к отопительным приборам должны быть выполнены от 5 до 10 мм на длину подводки в сторону движения теплоносителя. При длине подводки до 500 мм уклон труб выполнять не следует.» [18].

«По завершению монтажных работ должны быть выполнены гидравлические испытания систем отопления. При испытании на герметичность поддерживается давление, превышающее рабочее давление в 1,5 раза, но не менее 0,6 Мпа, при постоянной температуре воды. Перед испытанием необходимо снять предохранительную арматуру, значение настройки которых менее величины давления гидравлических испытаний. Вместо снятой арматуры устанавливаются заглушки или трубные вставки.» [19].

«Испытания согласно [20] проводятся в два этапа, поэтажно:

– первый этап: в течении 30 минут дважды поднимается давление до расчетной величины через каждые 10 минут. В последующие 30 минут падение давление не должно превышать 0,06 МПа.

– второй этаж: в последующие 2 часа падение давления (от давления, достигнутого на 1 этапе) не должно быть больше, чем 0,02 МПа.» [20].

В разделе 3 «Отопление» были рассчитаны и сконструированы системы отопления №1,2 и 3, на основании чего составлены ведомости строительно-монтажных работ. Состав и вид работ при определении ведомости объемом СМР определен согласно ЕНиР [21].

Таблица 14 – Ведомость потребности в материалах, изделиях и оборудовании

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Масса
<b>Захватка I (Система отопления №1)</b>				
1	2	3	4	5
1	Трубы металлопластиковые	м		
	16x2		101	
	20x2		240	
	26x3		295	
	32x2		35	
2	Ручной балансировочный клапан	шт.		
	Ø16		67	
	Ø32		1	
2	Кран для спуска воздуха (Маевского) Ø16	шт.	67	
9	Радиатор чугунный МС-140	т	67	
10	Крепления для труб	шт.	380	
11	Экран (из дерева) у нагревательных приборов	шт.	67	
<b>Захватка II (Система отопления №2)</b>				
1	Металлопластиковая труба из полиэтилена	м		
	16x2,0		237	
	20x2,0		45	
4	Сборный коллекторный узел, состоящий из подающего коллектора с запорными вентилями, обратного коллектора с терморегуляторными вентилями	шт.	3	

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5
<b>Захватка III (Система отопления №3)</b>				
1	Трубы стальные водогазопроводные обыкновенные	м		
	15x2,8		105	
	20x2,8		116	
6	Регистры	шт.	13	
7	Крепления для труб	шт.	127	

Таблица 15 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

№ п/п	Наименование СМР	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
<b>Захватка I (Система отопления №1)</b>			
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	1,368
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 50 мм	100 отв.	0,2
3	Комплектование материалов и изделий, их подноска	т	0,902
4	Прокладка магистральных трубопроводов с диаметром:		
	Ø32×2	м	35
5	Монтаж нагревательных приборов	шт.	67
<b>Захватка II (Система отопления №2)</b>			
1	Разметка мест прокладки трубопроводов в помещении	100 м	282
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 50 мм	100 отв.	0,1
3	Комплектование материалов и изделий, их подноска	т	0,198
4	Прокладка магистральных трубопроводов с диаметром:		
	Ø20×2	м	45

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
5	Промывка трубопровода водой	м	282
<b>Захватка III (Система отопления №3)</b>			
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	2,21
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 50 мм	100 отв.	0,36
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	т	0,264
4	Прокладка магистральных трубопроводов с диаметром:		
	Ø15×2,8	м	105
	Ø20×2,8		116

## 6.2 Определение трудоемкости работ

Трудовые затраты на выполнение строительно-монтажных работ определяются согласно [21,22,23]. Ведомость трудоёмкости работ представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Обоснование	Нормы времени чел.-час	Трудоёмкость						Состав бригады	
					Захватка I		Захватка II		Захватка III			Всего чел.-дни
					V	чел.-дни	V	чел.-дни	V	чел.-дни		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Разметка мест прокладки	E9-1-1[24]	100 м	1,2	1,368	0,20	1,271	0,19	9,6	1,40	2,02	Слесарь 6 разр.
2	Сверление и пробивка	E9-1-46[24]	100 отв.	3,9	0,2	0,10	0,36	0,17	0,1	0,05	0,41	3 разр.-1
3	Комплектование и подноски	E9-1-46[24]	1 т	3	0,902	0,33	0,264	0,10	0,198	0,07	0,71	4 разр.-1, 2 разр.-1
4	Прокладка магистралей	E9-1-2[24]	1 м									4 разр.-1, 3 разр.-1
	Ø15×2,8			0,19	-	-	-	-	105	1,44	1,44	
	Ø20×2,8			0,19	-	-	45	0,70	116	1,32	2,02	
	Ø32×3,2			0,21	35	0,71	-	-	-	-	0,71	
5	Установка нагревательных пр.	E9-1-12[24]	1 рад.	0,57	67	4,66			13	0,90	6,40	5 разр.-1, 3 разр.-1
6	Сварка стальных трубопроводов	E9-1-2[24]	1 стык									Сварщик 4,5 разр.
	Вертикальная неповоротная			0,09	-	-	-	-	35	0,18	0,18	
	Горизонтальная неповоротная			0,1	-	-	-	-	44	0,15	0,15	
7	Установка воздухоотборников	E9-1-19[24]		0,92	63	1,01	3	0,79	2	0,11	1,91	3 разр.-1, 2 разр.-1

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
8	Испытание трубопроводов	Е9-1-8[24]	100 м	5,3	1,368	0,88	0,282	0,82	1,271	1,03	2,73	5 разр.-1, 4 разр.-1, 3 разр.-1
	Первое рабочее испытание отдельных частей системы			2,8	1,368	0,47	0,282	0,43	1,271	0,54	1,44	
	Рабочая проверка системы в целом			0,11	67	0,90	-	-	13	0,16	1,23	
	Окончательная проверка системы при сдаче			2,3	1,368	0,38	0,282	0,36	1,271	0,45	1,19	
	Итого											32,73
	Подготовительные работы - 4%											1,31
	Работы за счет накладных расходов – 10%											3,27
	Всего											37,31

### 6.3 Определение потребности в материалах

При монтаже систем отопления требуется специальное оборудование и инструменты. Перечень необходимых материалов представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Ведомость необходимых станков, механизмов и инструментов

№ п/п	Наименование	ГОСТ или марка	Количество
1	2	3	4
1	Измерительная металлическая рулетка	ГОСТ 7502-98	2
2	Пассатижи	ГОСТ 17438-72	2
3	Уровень металлический строительный	ГОСТ Р 58514-2019	2
4	Ключ разводной	ГОСТ Р 54488-2011	3
5	Набор ключей обычных гаечных	ГОСТ 2838-80	5
6	Отвертки слесарно-монтажные	ГОСТ 17199-88	3
7	Ручные ножницы для резки металла	ГОСТ 7210-75	2
8	Сварочный аппарат РЕСАНТА САИ-190К, ММА	-	3
9	Электрическая сверлильная машина ИЭ-1017	-	2
10	Труборезы	ГОСТ Р 55784-2013	3
11	Дрель-шуруповерты Makita DF457DWEX8	-	2
12	Пресс-клещи ручные	ГОСТ 11384-75	3

## 7 Безопасность технологического объекта

«Монтаж систем отопления должен производиться в соответствии с требованиями безопасности, санитарии и гигиены труда, устанавливаемыми строительными нормами и правилами по безопасности труда, в строительстве.» [25].

Таблица 18 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологические операции, виды выполняемых работ	Должность работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы и вещества
1	Сварка стальных труб	Электрическая дуговая сварка стальных трубопроводов	Сварщик	Сварочный аппарат для электрической дуговой сварки	

«При технологии монтажа обнаружены профессиональные риски, для рабочего-монтажника систем отопления в зависимости от вида выполняемых работ.» [26].

Таблица 19 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологический процесс	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Электрическая дуговая сварка стальных трубопроводов	Сварочный аэрозоль, окись углерода, хромовые соединения, фтористый водород, марганец и его соединения	Сварочная дуга



Согласно [27] были определены методы снижения профессиональных рисков и необходимые средства индивидуальной защиты рабочего.

Таблица 20 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты
1	«Сварочный аэрозоль, окись углерода, хромовые соединения, фтористый водород, марганец и его соединения.» [28].	<ul style="list-style-type: none"> <li>- «К сварке допускаются только сварщики и специалисты сварочного производства, аттестованные в соответствии с требованиями к аттестации сварщиков и специалистам сварочного производства.</li> <li>- Зона сборки и сварки должна быть защищена от постороннего персонала и персонала, не связанного непосредственно с проведением работ и должна быть укрыта, где это возможно, защитными экранами.</li> <li>- Вышедшую из строя электрическую часть сварочных агрегатов разрешается ремонтировать только электромонтерам и электрослесарям. Сварщикам выполнять эту работу запрещается</li> <li>- Ремонт, исправление повреждений и наладка механической части установок сварки разрешается только после отключения электроэнергии. В процессе работы необходимо следить за исправным состоянием изоляции токоведущих проводов, пусковых устройств и рукоятки электрододержателя.» [28].</li> </ul>	<p>Применение индивидуальных средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные брюки;</li> <li>- манжеты;</li> <li>- спецобувь;</li> <li>- перчатки;</li> <li>- специальный шлем;</li> <li>- защитная маска.</li> </ul>

«Для организации методов по обеспечению пожарной безопасности проводится идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара.» [28].

Таблица 21 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок сварочных работ	Сварочная дуга	«В (пожары плавящихся твердых веществ и материалов.» [28].	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения.	Токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.

«Основные средства, обеспечивающие пожарную безопасность определены по [29].

Таблица 22 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализации, связь и оповещение
Огнетушители	«Противогазы, респираторы, фильтрующие самоспасатели.»[28].	Огнетушители, песок	Пожарная сигнализация

Согласно Правилам пожарной безопасности [30] на производстве приказом должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при монтаже систем отопления представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Требования пожарной безопасности
Электрическая дуговая сварка стальных трубопроводов	«Назначение ответственных лиц за пожарную безопасность на каждом производственном участке. Таблички с указанием ответственного за пожарную безопасность должны быть вывешены на видных местах.» [30].	«Обеспечить в помещениях, а также на территории трубопроводного объекта установленный противопожарный режим, оборудовать места для курения, обеспечить четкий порядок проведения строительных и огневых работ, порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы. .» [28].

## Заключение

В заключении можно отметить, что цель данной работы достигнута, благодаря выполненным заданиям:

- 1) подбор исходных данных для строительства;
- 2) определение теплотерь и теплоступлений;
- 3) расчет систем отопления и подбор отопительных приборов;
- 4) выбор принципиальных решений по организации систем вентиляции и аэродинамический расчет;
- 5) рассмотрение основных принципов автоматизации;
- 6) определение объемом строительно-монтажных работ;
- 7) разработка комплекса мер по обеспечению безопасности проведения строительно-монтажных работ.

## Список используемых источников

1. СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-06-25. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573659358>.
2. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций». [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053>.
3. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-05-15. Режим доступа: <https://base.garant.ru/70414724/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>.
4. Учебно-практическое пособие по направлению: «Проектирование и монтаж современных трубопроводных систем в недвижимости» / Л.Н. Чернышов, К.П. Грабовый. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://valtec.ru/document/technical/manual-design-assemble-tubing-network-house.pdf>.
5. Справочник по теплоснабжению и вентиляции (издание 4-е, переработанное и дополненное. Книга 1-я. Р.В. Щекин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем. Киев, 1976, стр.416.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
7. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-05-08. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>.
8. МГСН 4.14-98 ТСН 31-320-2000 г. Москвы. Система нормативных документов в строительстве. Предприятия общественного питания.

[Электронный ресурс]. Введ. 1988-08-04. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200000606>.

9. Р НП «АВОК» 7.3-2007. Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания». [Электронный ресурс]. – Введ. 2007-09-01. Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/51/51518/>

10. СНиП II-Л.14-62. Прачечные. Нормы проектирования. Часть II, раздел Л. Глава 14. Под ред. В.П. Смирнов, И.А. Черников. М.: Стройиздат, 1962.

11. СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-07-01. Режим доступа: <http://sniprf.ru/sp60-13330-2020>

12. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3-х ч. Под. ред. Н. Н. Павлова. Изд. 4-е, перераб. и доп. Ч. III. Вентиляция и кондиционирование воздуха - М.: Стройиздат, 1992. - 416 с

13. Онлайн-программа для подбора и определения вентиляционного оборудования «Vezafan» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.veza-sbp.ru/programms.html>

14. Каталог промышленных вентиляторов. ЗАО Тепломаш. [Энергетический ресурс].

Режимдоступа:[https://dekaterm.ru/media/partners/files/directory\\_of\\_industrial\\_fans.p](https://dekaterm.ru/media/partners/files/directory_of_industrial_fans.p)

15. Типовая технологическая карта «Монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой отопительных приборов.» - СПб, ООО «Строительные Технологии», 2012

16. СП 73.13330.2016. Свод правил. Внутренние санитарно-технические системы зданий. [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-04-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456029018>

17. Руководство по «Проектированию, монтажу и эксплуатации систем холодного, горячего водоснабжения и отопления с использованием

металлополимерных труб VALTEC». [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-01-15. Режим доступа: <https://valtec.ru/>

18. СП 40-103-98. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб [Электронный ресурс]. – Введ. 1998-06-26. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001315?ysclid=l43xlu3lim>

19. СП 30.13330.2020. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573741260?ysclid=l43xrz5ygq>

20. РД 153-34.1-20.526-00. Методические указания по испытанию водяных систем отопления [Электронный ресурс]. – Введ. 1997-04-25. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456029018>

21. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е10 «Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации» [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2571/index.htm>

22. ГЭСН. Государственные элементы сметные нормы на строительные работы. Сборник 20 «Вентиляция и кондиционирования воздуха» [Электронный ресурс]. – Введ. 2000-10-11. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/8/8338/>

23. Методические рекомендации по разработке государственных элементных сметных норм на строительные, специальные строительные и ремонтно-строительные работы [Электронный ресурс]. – Введ. 2008-02-08. Режим доступа: <https://gge.ru/upload/iblock/09d/mr-po-razrabotke-gesn-i-gesnr.pdf>

24. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 «Сооружение систем теплоснабжения, газоснабжения и канализации». Выпуск 1 «Санитарно-

техническое оборудование зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2569/index.htm>

25. ГОСТ 12.0.004-2015. ССБТ. Организация безопасности труда. Общие положения. [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-03-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136072>

26. ГОСТ 12.0.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. 1992-07-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>

27. ГОСТ Р 58202-2018. Средства индивидуальной защиты людей при пожаре. Нормы и правила размещения и эксплуатации. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. 2019-02-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200160175?ysclid=l43w0ebjiz>

28. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Введ. 2019-02-01. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/)

29. Федеральный закон. Технический регламент Евразийского экономического союза "О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения" №40 [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-06-23. Режим доступа: <https://lpz.su/files/normativnye-dokumenty/TR-043-O-trebovaniyah-k-sredstvam-obespecheniya-pozharnoj-bezopasnosti-i-pozharotusheniya.pdf?ysclid=l43wk3l710>

30. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020. №1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565837297?ysclid=l43xi9uqou>



Приложение А  
Теплопотери здания

Таблица А1 – Теплопотери здания

№ пом.	Наименование помещения	Наименование ограждающей конструкции	ОР	a, м	b, м	A, м <sup>2</sup>	t <sub>в</sub> , °С	t <sub>н</sub> , °С	Δt, °С	k, Вт /м <sup>2</sup>	β	Прочие	Σβ	Q <sub>огр</sub> , Вт	Q <sub>инф</sub> , Вт	Q <sub>общ</sub> , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Подвал на отм. -2,800																
1	Венткамера	ПЛ														
		II б зона	–	–	–	3,72	16	-27	43	0,211	–	–	1	34	–	108
		III зона	–	–	–	12,4	16	-27	43	0,11	–	–	1	59		
		IV зона	–	–	–	5,38	16	-27	43	0,068	–	–	1	16		
1a	Венткамера	ПЛ														
I зона		–	–	–	7,72	16	-27	43	0,329	–	–	1	109	–	169	
IIa зона		–	–	–	1,24	16	-27	43	0,19	–	–	1	10			
IIб зона		–	–	–	3,14	16	-27	43	0,211	–	–	1	28			
III зона		–	–	–	4,46	16	-27	43	0,11			1	21			
1б	Воздухозаб. камера	ПЛ														
I зона		–	–	–	15,8	16	-27	43	0,329	–	–	1	224			
IIa зона		–	–	–	7,98	16	-27	43	0,19	–	–	1	65			
IIб зона		–	–	–	7,9	16	-27	43	0,211	–	–	1	72			
2	Тепловой пункт	ПЛ														
		I зона	–	–	–	11,4	16	-27	43	0,329	–	–	1	161	–	325

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Па зона	–	–	–	1,83	16	-27	43	0,19	–	–	1	15		
		Пб зона	–	–	–	9,7	16	-27	43	0,211	–	–	1	88		
		Пш зона	–	–	–	11,6	16	-27	43	0,11	–	–	1	55		
		IV зона	–	–	–	2,22	16	-27	43	0,068	–	–	1	6		
3	Кладовая для хранения санок, лыж	ПЛ													–	126
		I зона	–	–	–	4,32	16	-27	43	0,329	–	–	1	61		
		Па зона	–	–	–	0,7	16	-27	43	0,19	–	–	1	6		
		Пб зона	–	–	–	3,8	16	-27	43	0,211	–	–	1	34		
		Пш зона	–	–	–	4,6	16	-27	43	0,11	–	–	1	22		
		IV зона	–	–	–	0,88	16	-27	43	0,068	–	–	1	3		
4	Подсобное помещение	ПЛ													–	126
		I зона	–	–	–	4,4	16	-27	43	0,329	–	–	1	62		
		Па зона	–	–	–	0,71	16	-27	43	0,19	–	–	1	6		
		Пб зона	–	–	–	3,69	16	-27	43	0,211	–	–	1	33		
		Пш зона	–	–	–	5,1	16	-27	43	0,11	–	–	1	24		
		IV зона	–	–	–	0,17	16	-27	43	0,068	–	–	1	0,5		
5	Кладовая для мягкого инвентаря	ПЛ													–	249
		I зона	–	–	–	10,1	16	-27	43	0,329	–	–	1	143		
		Па зона	–	–	–	1,63	16	-27	43	0,19	–	–	1	13		
		Пб зона	–	–	–	10,1	16	-27	43	0,211	–	–	1	91		
		Пш зона	–	–	–	0,29	16	-27	43	0,11	–	–	1	1		
6	Гладильное отделение	ПЛ													–	35
		Пш зона	–	–	–	2,49	18	-27	45	0,11	–	–	1	12		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	Стиральное отделение	ПЛ													124	624
		I зона	-	-	-	22	18	-27	45	0,329	-	-	1	326		
		Па зона	-	-	-	3,54	18	-27	45	0,19	-	-	1	30		
		Пб зона	-	-	-	21,6	18	-27	45	0,211	-	-	1	205		
		III зона	-	-	-	12,5	18	-27	45	0,11	-	-	1	62		
		IV зона	-	-	-	0,31	18	-27	45	0,068	-	-	1	10		
8	Техническое помещение	ОК-3	-	0,6	0,8	0,48	16	-27	43	1,408	-	-	1	29	-	870
		НД	-	0,9	2	1,8	16	-27	43	1,25	-	3,3	4,3	416		
		ПЛ														
		I зона	-	-	-	16,5	16	-27	43	0,329	-	-	1	234		
		Па зона	-	-	-	3,03	16	-27	43	0,19	-	-	1	25		
		Пб зона	-	-	-	18,1	16	-27	43	0,211	-	-	1	164		
		III зона	-	-	-	29,2	16	-27	43	0,11	138	-	1	138		
		IV зона	-	-	-	0,31	16	-27	43	0,068	-	-	1	10		
11	Техническое помещение	ОК-3	-	0,6	0,8	0,48	16	-27	43	1,408	-	-	1	29	-	1615
		НД	-	0,9	2	1,8	16	-27	43	1,25	-	3,3	4,3	416		
		ПЛ														
		I зона	-	-	-	15,9	16	-27	43	0,329	-	-	1	226		
		Па зона	-	-	-	2,94	16	-27	43	0,19	-	-	1	24		
		Пб зона	-	-	-	20,7	16	-27	43	0,211	-	-	1	187		
		III зона	-	-	-	51	16	-27	43	0,11	-	-	1	241		
		IV зона	-	-	-	168	16	-27	43	0,068	-	-	1	492		
		IV зона	-	-	-	0,31	16	-27	43	0,068	-	-	1	10		
12	Техническое помещение	ОК-4	-	0,9	1,2	1,08	16	-27	43	1,408	-	-	1	65	48	3438
		ПЛ														

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		I зона	–	–	–	97,9	16	-27	43	0,329	–	–	1	1385		
		Па зона	–	–	–	15,9	16	-27	43	0,19	–	–	1	130		
		Пб зона	–	–	–	97,7	16	-27	43	0,211	–	–	1	887		
		III зона	–	–	–	82,5	16	-27	43	0,11	–	–	1	391		
		IV зона	–	–	–	181	16	-27	43	0,068	–	–	1	529		
13	Помещение инвентаря	ОК-4	–	0,8	1,5	1,13	16	-27	43	1,408	–	–	1	68	52	423
		I зона	–	–	–	11,2	16	-27	43	0,329	–	–	1	159		
		Па зона	–	–	–	2,2	16	-27	43	0,19	–	–	1	18		
		Пб зона	–	–	–	12,5	16	-27	43	0,211	–	–	1	114		
		III зона	–	–	–	2,67	16	-27	43	0,11	–	–	1	13		
14	Помещение для размещения пожарного оборудования	НД	–	0,9	2	1,8	5	-27	32	1,25	–	–	4,3	310	88	598
		ПЛ														
		I зона	–	–	–	10,9	5	-27	32	0,329	–	–	1	115		
		Па зона	–	–	–	2,04	5	-27	32	0,19	–	–	1	12		
		Пб зона	–	–	–	10,5	5	-27	32	0,211	–	–	1	71		
		III зона	–	–	–	1,16	5	-27	32	0,11	–	–	1	4		
План на отм. 0,000																
1	Тамбур№2	НС	В	2,35	3,3	4,9	16	-27	43	0,342	0,1	0,05	1,15	83	148	814
		НД	Ю	1,42	2	2,8	16	-27	43	1,25	–	2,818	3,818	583		
2	Лестница №2	ВС	Ю	2,49	3,3	5,4	20	-27	47	0,342	–	–	1	86	162	632
		НД	Ю	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	–	–	1	167		
		ПЛ	–			23,9	20	16	4	2,273	–	–	1	217		
3	Холл	ПЛ	–			47,2	22	16	6	2,273	–	–	1	644	м	644

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Раздевательная	НС	Ю	3,27	3,3	7,7	22	-27	49	0,342	–	–	–	130	135	779
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	–	–	1	211		
		ПЛ	–			22,2	22	16	6	2,273	–	–	1	303		
5	Групповая на 20 человек 3-4 года	НС	Ю	13,53	3,3	35,5	22	-27	49	0,342	–	0,05	1,05	624	676	3624
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	–	0,05	1,05	222		
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	–	0,05	1,05	222		
		ОК2	В	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	0,1	0,05	1,15	243		
		ОК3	В	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	0,1	0,05	1,15	243		
7	Туалетная	ПЛ	–			18,8	20	16	4	2,273	–	–	1	171	–	171
8	Спальная	НС	В	6,6	3,3	18,7	20	-27	47	0,342	0,1	–	1,1	331	292	2074
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	223		
		ПЛ	–			51	20	16	4	2,273	–	–	1	464		
		НД	В	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	0,1	3,485	4,585	765		
9	Раздевальная	НС	С	3,283	3,3	7,8	23	-27	50	0,342	0,1	–	1,1	146	138	871
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	–	1,1	237		
		ПЛ	–			22	23	16	7	2,273	–	–	1	350		
10	Групповая на 21 человек 1,5-3 года	НС	В	7	3,3	17	23	-27	50	0,342	0,1	0,05	1,15	334	689	374
		НС	С	10,39	3,3	25,1	23	-27	50	0,342	0,1	0,05	1,15	494		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК2	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК3	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ПЛ	–			61,8	23	16	7	2,273	–	–	1	983		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12	Туалетная	ПЛ	–			18,8	20	16	4	2,273	–	–	1	171	–	171
13	Спальная	НС	В	6,6	3,3	15,9	20	-27	47	0,342	0,1	–	1,1	281	292	2024
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	223		
		ПЛ	–			51	20	16	4	2,273	–	–	1	464		
14	Тамбур №1	НД	В	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	0,1	3,485	4,585	765	149	1194
		НС	В	2,68	3,3	8,8	16	-27	43	0,342	0,1	0,05	1,15	150		
		НС	С	3,65	3,3	9,2	16	-27	43	0,342	0,1	0,05	1,15	156		
		НС	З	2,68	3,3	8,8	16	-27	43	0,342	0,05	0,1	1,15	150		
		НД	С	1,42	2	2,8	16	-27	43	1,25	0,1	2,768	3,868	590		
15	Лестница №1	ВС	С	2,489	3,3	5,4	20	-27	47	0,342	–	–	1	86	162	632
		НД	С	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	–	–	1	167		
		ПЛ	–			23,9	20	16	4	2,273	–	–	1	217		
16	Раздевальная	НС	С	3,283	3,3	7,8	23	-27	50	0,342	0,1	–	1,1	146	138	871
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	–	1,1	237		
		ПЛ	–			22	23	16	7	2,273	–	–	1	350		
17	Групповая на 21 человека 1,5-3 года	НС	С	10,39	3,3	25,1	23	-27	50	0,342	0,1	0,05	1,15	494	689	3827
		НС	З	7	3,3	17	23	-27	50	0,342	0,05	0,05	1,1	319		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,1	0,05	1,15	248		
		ОК2	З	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,05	0,05	1,1	237		
		ОК3	З	1,75	1,75	3,1	23	-27	50	1,409	0,05	0,05	1,1	237		
		ПЛ	–			69,5	23	16	7	2,273	–	–	1	1106		
19	Туалетная	ПЛ	–			18,8	20	16	4	2,273	–	–	1	171	–	171

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20	Спальная	НС	3	5,95	3,3	13,7	20	-27	47	0,342	0,05	–	1,05	232	134	1934
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	–	1,05	213		
		ПЛ	–			52,5	20	16	4	2,273	–	–	1	477		
		НД	3	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	–	3,485	4,485	748		
21	Коридор	ПЛ	–			46,9	20	16	4	2,273	–	–	1	426	–	426
22	Гардероб персонала	ПЛ				6,0	22	16	6	2,273	–	–	1	82	–	82
23	Душевая	ПЛ				1,5	25	16	9	2,273	–	–	1	31	–	31
25	Медицинский кабинет	НС	Ю	3,19	3,3	7,5	22	-27	49	0,342	–	–	1	125	134	1934
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	–	–	1	211		
		ПЛ	–			13,6	22	16	6	2,273	–	–	1	185		
26	Помещение охраны	НС	Ю	3,79	3,3	9,4	20	-27	47	0,342	–	0,05	1,05	159	130	878
		НС	В	3,78	3,3	12,5	20	-27	47	0,342	0,1	0,05	1,15	231		
		ВС	В	1,48	3,3	4,9	20	16	4	0,342	0,1	0,05	1,15	8		
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0	0,05	1,05	213		
		ПЛ	–			15,1	20	16	4	2,273	–	–	1	137		
27	Процедурная	НС	Ю	3,2	3,3	7,5	22	-27	49	0,342	–	–	1	126	135	752
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	22	-27	49	1,409	–	–	1	211		
		ПЛ	–			20,5	22	16	6	2,273	–	–	1	280		
28	Коридор	ПЛ	–			7,5	20	16	4	2,273	–	–	1	68	–	68
31	Тамбур	НС	Ю	1,63	3,3	2,5	16	-27	43	0,342	–	–	1	37	–	870
		НД	Ю	1,42	2	2,8	16	-27	43	1,25	–	3,485	4,485	685		
32	Загрузочная	НС	Ю	1,85	3,3	3,3	16	-27	43	0,342	–	–	1	48	148	881

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		НД	Ю	1,42	2	2,8	16	-27	43	1,25	–	3,485	4,485	685		
33	Моечная	ПЛ	–			9,5	20	16	4	2,273	–	–	1	86	–	86
37	Душевая	ПЛ	–			2,5	25	16	9	2,273	–	–	1	51	–	51
38	Санузел	ПЛ	–			3	20	16	4	2,273	–	–	1	27	–	27
39	Цех первичной обработки овощей	НС	3	5,17	3,3	14	18	-27	45	2,273	0,05	0,1	1,15	1647	125	2195
		НС	Ю	3,59	3,3	11,8	18	-27	45	0,342	–	0,1	1,1	201		
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	18	-27	45	1,409	0,05	0,1	1,15	223		
40	Овощной цех	НС	3	3,61	3,3	8,9	18	-27	45	0,342	0,05	–	1,05	143	125	472
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	18	-27	45	1,409	0,05	–	1,05	204		
41	Мясо-рыбный цех	НС	3	3,08	3,3	7,1	18	-27	45	0,342	0,05	–	1,05	115	125	444
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	18	-27	45	1,409	0,05	–	1,05	204		
42	Холодный цех	НС	3	3,12	3,3	7,2	18	-27	45	0,342	0,05	–	1,05	117	125	446
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	18	-27	45	1,409	0,05	–	1,05	204		
43	Моечная	ПЛ	–			13	20	16	4	2,273	–	–	1	118	–	118
47	Горячий цех	НС	3	7	3,3	17	16	-27	43	0,342	0,05	0,05	1,1	275	240	1279
		НС	С	6,4	3,3	21,1	16	-27	43	0,342	0,1	0,05	1,15	357		
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	16	-27	43	1,409	0,05	0,05	1,1	204		
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	16	-27	43	1,409	0,05	0,05	1,1	204		
48	Коридор	ПЛ	–			30,5	20	16	4	2,273	–	–	1	277	–	277
План на отм. +3,300																
1	Кабинет заведующего	НС	Ю	4,3	3,788	13,2	21	-27	48	0,342	–	0,05	1,05	228	51	1104
		НС	В	6,18	3,788	23,4	21	-27	48	0,342	0,1	0,05	1,15	442		



Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	–	0,05	1,05	217		
		ПТ	–			18,3	21	-27	48	0,188	–	–	1	165		
2	Кабинет педагога-психолога	НС	Ю	2,56	3,788	6,6	21	-27	48	0,342	–	–	1	109	51	468
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	–	–	1	207		
		ПТ	–			11,1	21	-27	48	0,188	–	–	1	100		
3	Методический кабинет	НС	Ю	2,9	3,788	7,9	21	-27	48	0,342	–	–	1	130	51	516
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	–	–	1	207		
		ПТ	–			14,1	21	-27	48	0,188	–	–	1	127		
4	Кабинет учителя	НС	Ю	3,41	3,788	9,9	21	-27	48	0,342	–	–	1	162	51	556
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	–	–	1	207		
		ПТ	–			15	21	-27	48	0,188	–	–	1	135		
5	Бухгалтерия	НС	Ю	2,7	3,788	7,2	21	-27	48	0,342	–	–	1	118	51	490
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	–	–	1	207		
		ПТ	–			12,6	21	-27	48	0,188	–	–	1	114		
6	Спортивный зал	НС	З	7	3,788	20,4	20	-27	47	0,342	0,05	0,1	1,15	377	183	2972
		НС	С	7,5	3,788	25,6	20	-27	47	0,342	0,05	0,05	1,1	452		
		ОК1	З	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	0,1	1,15	233		
		ОК1	З	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	0,1	1,15	233		
		ПТ	–			82,5	20	-27	47	0,188	–	–	1	729		
		НД	С	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	0,1	3,485	4,585	765		
7	Музыкальный зал	НС	З	6,4	3,788	18,1	20	-27	47	0,342	0,05	–	1,05	306	103	1498
		ОК1	З	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	–	1,05	213		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	0	1,05	213		
		ПТ	–			75,0	20	-27	47	0,188	0	0	1	663		
8	Помещение для хранения музыкального инвентаря	ПТ	–			6,0	19	-27	46	0,188	0	0	1	52	–	52
9	Помещение уборочного инвентаря	ПТ	–			5,0	19	-27	46	0,188	0	0	1	43	–	43
10	Холл	ПТ	–			61,7	22	-27	49	0,188	0	0	1	568	–	568
11	Кладовая для хранения физ.инвентаря	ПТ	–			9,5	19	-27	46	0,188	0	0	1	82	–	82
12	Кладовая чистого белья	ПТ	–			9,0	19	-27	46	0,188	0	0	1	78	–	78
13	Лестница №2	НС	Ю	4,3	3,788	13,2	20	-27	47	0,342	0	0	1	213	80	494
		ОК2	Ю	1,9	0,8	1,5	20	-27	47	1,409	0	0	1	101		
		ОК2	Ю	1,9	0,8	1,5	20	-27	47	1,409	0	0	1	101		
14	Раздевальная	НС	Ю	3,53	3,788	10,3	21	-27	48	0,342	0	0	1	169	52	591
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0	0	1	207		
		ПТ	–			18,0	21	-27	48	0,188	0	0	1	162		
15	Групповая на 20 человек 4-5 лет	НС	Ю	10,14	3,788	29,2	21	-27	48	0,342	0	0,05	1,05	504	260	2941
		НС	В	7,38	3,788	21,8	21	-27	48	0,342	0,1	0,05	1,15	412		
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0	0,05	1,05	217		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0	0,05	1,05	217		
		ОК1	Ю	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0	0,05	1,05	217		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ПТ	–			70,5	21	-27	48	0,188	–	–	1	636		
16	Буфетная	ПТ	–			4,0	16	-27	43	0,188	–	–	1	32	–	32
17	Туалетная	ПТ	–			18,8	20	-27	47	0,188	–	–	1	166	–	166
18	Спальная	НС	В	6,4	3,788	18,3	20	-27	47	0,342	0,1	–	1,1	324	132	1896
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	223		
		ПТ	–			51,0	20	-27	47	0,188	–	–	1	451		
		НД	В			2,8	20	-27	47	1,25	0,1	3,485	4,585	765		
19	Раздевальная	НС	С	3,27	3,788	9,3	21	-27	48	0,342	0,1	–	1,1	168	52	611
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	–	1,1	228		
		ПТ	–			18,0	21	-27	48	0,188	–	–	1	162		
20	Групповая на 24 человека 5-6 лет	НС	С	10,14	3,788	29,2	21	-27	48	0,342	0,1	0,05	1,15	552	260	3051
		НС	В	7,38	3,788	21,8	21	-27	48	0,342	0,1	0,05	1,15	412		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ПТ	–			70,5	21	-27	48	0,188	–	–	1	636		
21	Буфетная	ПТ	–			4,0	16	-27	43	0,188	–	–	1	32	–	32
22	Туалетная	ПТ	–			18,8	20	-27	47	0,188	–	–	1	166	–	166

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
23	Спальная	НС	В	6,4	3,788	18,3	20	-27	47	0,342	0,1	–	1,1	324	132	1896
		ОК1	В	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	223		
		ПТ	–			51,0	20	-27	47	0,188	–	–	1	451		
		НД	В			2,8	20	-27	47	1,25	0,1	3,485	4,585	765		
24	Лестница №1	НС	С	4,3	3,788	13,2	20	-27	47	0,342	0,1	–	1,1	234	103	559
		ОК2	С	1,9	0,8	1,5	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	111		
		ОК2	С	1,9	0,8	1,5	20	-27	47	1,409	0,1	–	1,1	111		
25	Раздевальная	НС	С	3,27	3,788	9,3	21	-27	48	0,342	0,1	–	1,1	168	52	611
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	–	1,1	228		
		ПТ	–			18,0	21	-27	48	0,188	–	–	1	162		
26	Групповая на 24 человека 6- 7 лет	НС	С	10,14	3,788	29,2	21	-27	48	0,342	0,1	0,05	1,15	552	260	3012
		НС	3	7,38	3,788	21,8	21	-27	48	0,342	0,05	0,05	1,1	394		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	С	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,1	0,05	1,15	238		
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,05	0,05	1,1	228		
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,05	0,05	1,1	228		
		ПТ	–			70,5	21	-27	48	0,188	–	–	1	636		
27	Буфетная	ПТ	–			4,0	16	-27	43	0,188	–	–	1	32	–	32
28	Туалетная	ПТ	–			18,8	20	-27	47	0,188	–	–	1	166	–	166
29	Спальная	НС	3	6,6	3,788	19,1	20	-27	47	0,342	0,05	–	1,05	322	132	1892
		ОК1	3	1,75	1,75	3,1	20	-27	47	1,409	0,05	–	1,05	213		
		ПТ	–			52,9	20	-27	47	0,188	–	–	1	467		
		НД	3			2,8	20	-27	47	1,25	0,05	3,485	4,535	757		

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

30	Коридор	НС	Ю	2,87	3,788	8,0	20	-27	47	0,342	–	0,000	1	129	81	1455
		ПТ	–			56,2	20	-27	47	0,188	–	–	1	497		
		НД	Ю	1,42	2	2,8	20	-27	47	1,25	–	3,485	4,485	748		
32	Санузел	ПТ	–			3,0	16	-27	43	0,188	–	–	1	24	–	24
33	Кабинет музыкального руководителя	НС	З	5,825	3,788	19,0	21	-27	48	0,342	0,05		1,05	328	52	660
		ОК1	З	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,05	–	1,05	217		
		ПТ	–			7,0	21	-27	48	0,188	–	–	1	63		
34	Кабинет инструктора по физ.культуре	НС	З	4,04	3,788	12,2	21	-27	48	0,342	0,05	0,1	1,15	231	52	740
		НС	Ю	2,14	3,788	8,1	21	-27	48	0,342	–	0,1	1,1	146		
		ОК1	З	1,75	1,75	3,1	21	-27	48	1,409	0,05	0,1	1,15	238		
		ПТ	–			8,0	21	-27	48	0,188	–	–	1	72		
36	Лифтовый холл	ПТ	–			5,0	20	-27	48	0,188	–	–	1	45	–	45
Суммарные теплопотери здания: 70 430 Вт																

## Приложение Б

### Гидравлические расчеты систем отопления

Таблица Б.1 – Гидравлический расчет системы №1

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	g, л/с	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R · l, м	R <sub>дин</sub> , Па	ξ	Z, Па	Rl + Z,	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	55813	2545	11,44	0,71	40x3,5	0,819	267,2	3057	335	11	3689	6746	отвод-2x3, вентиль 5x1
2-2а	30281	1381	2,38	0,38	32x2	0,716	284,7	678	256	4	1025	1703	отвод-2x2
2а-3	17137	782	5,88	0,22	26x3	0,701	380,4	2237	246	4	983	3220	отвод-2x2
3-4	16146	736	2,88	0,20	26x3	0,637	322	927	203	2,5	507	1435	отвод-2x1, прох.гр.-0,5
4-5	15155	691	3,19	0,19	26x3	0,605	294,3	939	183	0,5	92	1030	прох.гр-0,5
5-6	14165	646	3,22	0,18	26x3	0,573	267,8	862	164	0,5	82	944	прох.гр -0,5
6-7	13416	612	3,19	0,17	26x3	0,541	242,3	773	146	0,5	73	846	прох.гр -0,5
7-8	12667	578	3,2	0,16	26x3	0,51	217,9	697	130	0,5	65	762	прох.гр -0,5
8-9	12007	548	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
9-10	11267	514	2,952	0,14	26x3	0,446	172,5	509	99	2,5	249	758	отвод-2x1, прох.гр 0,5
10-11	9056	413	3,79	0,11	26x3	0,35	113,1	429	61	6,5	398	827	отвод-2x3, прох.гр -0,5
11-12	8588	392	3,1	0,11	26x3	0,35	113,1	351	61	0,5	31	381	прох.гр -0,5
12-13	8072	368	3,19	0,10	20x2	0,318	95,72	305	51	0,5	25	331	прох.гр -0,5
13-14	7516	343	3,21	0,10	20x2	0,318	95,72	307	51	0,5	25	333	прох.гр -0,5
14-15	7026	320	3,21	0,09	20x2	0,287	79,5	255	41	0,5	21	276	прох.гр -0,5
15-16	6474	295	2,675	0,08	20x2	0,255	64,78	173	33	2,5	81	255	отвод-2x1, прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16-17	5922	270	6,654	0,08	20x2	0,255	64,78	431	33	2,5	81	512	отвод-2x1, прох.гр -0,5
17-18	5428	248	3,111	0,07	20x2	0,223	52,28	163	25	0,5	12	175	прох.гр -0,5
18-19	4837	221	3,21	0,06	20x2	0,298	113	363	44	0,5	22	385	прох.гр -0,5
19-20	4248	194	3,74	0,05	20x2	0,249	82,14	307	31	4,5	140	447	отвод-2x2, прох.гр -0,5
20-21	3660	167	3,21	0,05	20x3	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
21-22	3072	140	2,37	0,04	20x2	0,199	55,58	132	20	2,5	50	181	отвод-2x1, прох.гр -0,5
22-23	2484	113	3,21	0,03	20x2	0,149	24,07	77	11	0,5	6	83	прох.гр -0,5
23-23'	1896	86	3,21	0,02	20x2	0,099	16,05	52	5	21,8	107	158	тр на разд.пот- 3x1, кран-4, радиатор 1,3, тр на сл.-1,5, отвод-2x6
23'-22'	2484	113	3,21	0,03	20x2	0,149	24,07	77	11	0,5	6	83	прох.гр -0,5
22'-21'	3072	140	1,97	0,04	20x2	0,199	55,58	109	20	2,5	50	159	отвод-2x1, прох.гр -0,5
21'-20'	3660	167	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр-0,5
20'-19'	4248	194	3,74	0,05	20x2	0,249	82,14	307	31	2,5	78	385	отвод -2x1, прох.гр -0,5
19'-18'	4837	221	3,21	0,06	20x2	0,298	113	363	44	0,5	22	385	прох.гр -0,5
18'-17'	5428	248	3,11	0,07	20x2	0,223	52,28	163	25	0,5	12	175	прох.гр -0,5
17'-16'	5922	270	7,064	0,08	20x2	0,255	64,78	458	33	2,5	81	539	отвод -2x1, прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16'-15'	6474	295	2,28	0,08	20x2	0,255	64,78	148	33	2,5	81	229	отвод к-2х1, прох.гр -0,5
15'-14'	7026	320	3,21	0,09	20x2	0,287	79,5	255	41	0,5	21	276	прох.гр -0,5
14'-13'	7516	343	3,21	0,10	20x2	0,318	95,72	307	51	0,5	25	333	прох.гр -0,5
13'-12'	8072	368	3,19	0,10	20x2	0,318	95,72	305	51	0,5	25	331	прох.гр -0,5
12'-11'	8588	392	2,95	0,11	26x3	0,35	113,1	334	61	0,5	31	364	прох.гр -0,5
11'-10'	9056	413	4,48	0,11	26x3	0,35	113,1	507	61	6,5	398	905	отвод -2х3, прох.гр -0,5
10'-9'	11267	514	2,46	0,14	26x3	0,446	172,5	424	99	2,5	249	673	отвод -2х1, прох.гр -0,5
9'-8'	12007	548	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
8'-7'	12667	578	3,21	0,16	26x3	0,51	217,9	699	130	0,5	65	764	прох.гр -0,5
7'-6'	13416	612	3,19	0,17	26x3	0,541	242,3	773	146	0,5	73	846	прох.гр -0,5
6'-5'	14165	646	3,22	0,18	26x3	0,573	267,8	862	164	0,5	82	944	прох.гр -0,5
5'-4'	15156	691	3,19	0,19	26x3	0,605	294,3	939	183	0,5	92	1030	прох.гр -0,5
4'-3'	16146	736	2,48	0,20	26x3	0,637	322	799	203	0,5	101	900	прох.гр -0,5
3'-2'a	17137	782	5,98	0,22	26x3	0,701	380,4	2275	246	5	1229	3503	отв.-2х2, обвод-1
2'a-2'	30281	1381	2,58	0,38	32x2	0,716	284,7	735	256	4	1025	1760	отвод -2х2
2'-1'	55813	2545	11,24	0,71	40x3,5	0,819	267,2	3003	335	11	3689	3689	отвод -2х3, вентиль-5х1
Ответвление (2a-25...25'-2a') $\Delta P_{(2a-3...3r-2a')} = 29783 \text{ Па}$													
2a-25	13144	599	2,01	0,17	26x3	0,541	242,3	487	146	5	732	1239	тр.на раз.пот- 3х1, угол-2х1
25-26	12825	585	3,83	0,16	26x3	0,51	217,9	835	130	0,5	65	900	прох.гр -0,5



Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26-27	12507	570	3,2	0,16	26x3	0,51	217,9	697	130	0,5	65	762	прох.гр -0,5
27-28	12188	556	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
28-29	11742	535	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
29-30	11298	515	3,2	0,14	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
30-31	10826	494	3,2	0,14	26x3	0,446	172,5	552	99	0,5	50	602	прох.гр -0,5
31-32	10277	469	13,69	0,13	26x3	0,414	151,5	2074	86	10,5	900	2974	отвод -2x5, прох.гр -0,5
32-33	9396	428	1,86	0,12	26x3	0,382	131,7	245	73	0,5	36	281	прох.гр -0,5
33-34	8644	394	3,2	0,11	26x3	0,35	113,1	362	61	0,5	31	393	прох.гр -0,5
34-35	7987	364	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5
35-36	7548	344	2,68	0,10	20x2	0,498	276,3	740	124	2,5	310	1050	отвод -2x1, прох.гр -0,5
36-37	7109	324	1,14	0,09	20x2	0,448	229,8	262	100	2,5	251	513	отвод -2x1, прох.гр -0,5
37-38	6477	295	3,86	0,08	20x2	0,398	186,9	721	79	0,5	40	761	прох.гр -0,5
38-39	5698	260	3,21	0,07	20x2	0,348	147,9	475	61	0,5	30	505	прох.гр -0,5
39-40	4973	227	3,2	0,06	20x2	0,298	113	362	44	0,5	22	384	прох.гр -0,5
40-41	4248	194	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
41-42	3524	161	2,56	0,04	20x2	0,199	55,28	142	20	2,5	50	191	отвод -2x1, прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
42-43	2799	128	3,21	0,04	20x2	0,199	55,28	177	20	0,5	10	187	прох.гр -0,5
43-43'	2074	95	6,3	0,03	20x2	0,149	42,07	265	11	21,8	242	507	тр на разд.пот-3х1,кран-4, радиатор 1,3, тр на сл.-1,5, отвод -2х6
43'-42'	2799	128	3,211	0,04	20x2	0,199	55,28	178	20	0,5	10	187	прох.гр -0,5
42'-41'	3524	161	2,19	0,04	20x2	0,199	55,28	121	20	0,5	10	131	прох.гр -0,5
43'-42'	2799	128	3,211	0,04	20x2	0,199	55,28	178	20	0,5	10	187	прох.гр -0,5
42'-41'	3524	161	2,19	0,04	20x2	0,199	55,28	121	20	0,5	10	131	прох.гр -0,5
40'-39'	4973	227	3,2	0,06	20x2	0,298	113	362	44	0,5	22	384	прох.гр -0,5
39'-38'	5698	260	3,21	0,07	20x2	0,348	147,9	475	61	0,5	30	505	прох.гр -0,5
38'-37'	6477	295	3,86	0,08	20x2	0,398	186,9	721	79	0,5	40	761	прох.гр -0,5
37'-36'	7109	324	6,65	0,09	20x2	0,448	229,8	1528	100	2,5	251	1779	отвод -2х1, прох.гр -0,5
36'-35'	7548	344	2,28	0,10	20x2	0,498	276,3	630	124	2,5	310	940	отвод -2х1, прох.гр -0,5
35'-34'	7987	364	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5
34'-33'	8644	394	3,2	0,11	26x3	0,35	113,1	362	61	0,5	31	393	прох.гр -0,5
33'-32'	9396	428	1,86	0,12	26x3	0,382	131,7	245	73	0,5	36	281	прох.гр -0,5
32'-31'	10277	469	13,26	0,13	26x3	0,414	151,5	2009	86	2,5	214	2223	отвод -2х1, прох.гр -0,5
31'-30'	10826	494	3,2	0,14	26x3	0,446	172,5	552	99	0,5	50	602	прох.гр -0,5
30'-29'	11298	515	3,19	0,14	26x3	0,478	194,6	621	114	0,5	57	678	прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
29'-28'	11742	535	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
28'-27'	12188	556	3,2	0,15	26x3	0,478	194,6	623	114	0,5	57	680	прох.гр -0,5
27'-26'	12506	570	3,2	0,16	26x3	0,51	217,9	697	130	0,5	65	762	прох.гр -0,5
26'-25'	12825	585	3,41	0,16	26x3	0,51	217,9	743	130	2,5	325	1068	отвод -2x1, прох.гр -0,5
25'-2а'	13144	599	2,13	0,17	26x3	0,541	242,2	516	146	4,5	659	1175	тр.на слиян-1, отвод-2x1,обвод-1
Невязка: $(29783-28994)/29783 \cdot 100=2,65\%$ допустимо													
Ответвление (2-2б...2б'-2')													
2-2б	25532	1164	2,35	0,32	32x2	0,603	210,8	495	182	7	1273	1768	тр.на раз.пот-3, отвод -2x2
2б-45	11632	530	7,53	0,15	26x3	0,478	194,6	1465	114	4	457	1922	отвод -2x2
45-46	9740	444	3,21	0,12	26x3	0,382	131,7	423	73	0,5	36	459	прох.гр -0,5
46-47	9137	417	3,22	0,12	26x3	0,382	131,7	424	73	0,5	36	461	прох.гр -0,5
47-48	8535	389	2,57	0,11	26x3	0,35	113,1	291	61	2,5	153	444	отвод -2x1, прох.гр -0,5
48-49	7932	362	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5
49-50	7330	334	3,19	0,09	20x2	0,448	229,8	733	100	0,5	50	783	прох.гр -0,5
50-51	6728	307	3,21	0,09	20x2	0,448	229,8	738	100	0,5	50	788	прох.гр -0,5
51-52	6117	279	3,49	0,08	20x2	0,398	186,9	652	79	2,5	198	850	отвод -2x1, прох.гр -0,5
52-53	5558	253	3,26	0,07	20x2	0,348	147,9	482	61	0,5	30	512	прох.гр -0,5
53-54	4947	226	3,21	0,06	20x2	0,298	113	363	44	0,5	22	385	прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
54-55	4336	198	3,74	0,05	20x2	0,249	82,14	307	31	4,5	140	447	отвод -2x2, прох.гр -0,5
55-56	3726	170	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
56-57	3116	142	2,37	0,04	20x2	0,199	55,58	132	20	2,5	50	181	отвод -2x1, прох.гр -0,5
57-58	2506	114	3,21	0,03	20x2	0,149	24,07	77	11	0,5	6	83	прох.гр -0,5
58-58'	1896	86	3,625	0,02	20x2	0,099	16,05	58	5	21,8	107	165	тр на разд.пот- 3x1,кран-4, радиатор -1,3, тр. на сл.-1,5, отвод -2x6
58'-57'	2506	114	3,21	0,03	20x2	0,149	24,07	77	11	0,5	6	83	прох.гр -0,5
57'-56'	3116	142	1,97	0,04	20x2	0,199	55,58	109	20	2,5	50	159	отвод -2x1, прох.гр -0,5
56'-55'	3726	170	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
55'-54'	4336	198	3,74	0,05	20x2	0,249	82,14	307	31	4,5	140	447	отвод 2x2, прох.гр -0,5
54'-53'	4947	226	3,21	0,06	20x2	0,298	113	363	44	0,5	22	385	прох.гр -0,5
53'-52'	5558	253	3,26	0,07	20x2	0,348	147,9	482	61	0,5	30	512	прох.гр -0,5
52'-51'	6117	279	3,49	0,08	20x2	0,398	186,9	652	79	4,5	356	1009	отвод к-2x2, прох.гр -0,5
51'-50'	6728	307	3,21	0,09	20x2	0,448	229,8	738	100	0,5	50	788	прох.гр -0,5
50'-49'	7330	334	3,19	0,09	20x2	0,448	229,8	733	100	0,5	50	783	прох.гр -0,5
49'-48	7932	362	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
48'-47'	8535	389	2,57	0,11	26x3	0,35	113,1	291	61	2,5	153	444	отвод -2x1, прох.гр -0,5
47'-46'	9137	417	3,22	0,12	26x3	0,382	131,7	424	73	0,5	36	461	прох.гр -0,5
46'-45'	9740	444	3,21	0,12	26x3	0,382	131,7	423	73	0,5	36	459	прох.гр -0,5
45'-26'	11632	530	8,03	0,15	32x2	0,478	194,6	1563	114	5,5	628	2191	тр.на слия.пот- 1,5, отвод -2x2
26'-2'	25532	1164	2,15	0,32	20x2	0,603	210,8	453	182	6,5	1182	1635	отвод -2x2, тр на слия.пот- 1,5, обвод-1
Ответвление (26-59....59'-26') $\Delta P_{(26-45...45'-26')} = 17657 \text{ Па}$													
26-59	13900	634	1,44	0,18	26x3	0,573	267,8	386	164	2	328	714	отвод -2x1
59-60	11966	546	6,07	0,15	26x3	0,478	194,6	1181	114	0,5	57	1238	прох.гр -0,5
60-61	11200	511	3,07	0,14	26x3	0,446	172,5	530	99	0,5	50	579	прох.гр -0,5
61-62	10435	476	2,64	0,13	26x3	0,414	151,5	400	86	2,5	214	614	отвод -2x1, прох.гр -0,5
62-63	9669	441	3,21	0,12	26x3	0,382	131,7	423	73	0,5	36	459	прох.гр -0,5
63-64	8904	406	3,22	0,11	26x3	0,35	113,1	364	61	0,5	31	395	прох.гр -0,5
64-65	8139	371	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5
65-66	7268	331	5,56	0,09	20x2	0,448	229,8	1278	100	0,5	50	1328	прох.гр -0,5
66-67	6636	303	0,814	0,08	20x2	0,398	186,9	152	79	0,5	40	192	прох.гр -0,5
67-68	5765	263	3,21	0,07	20x2	0,348	147,9	475	61	0,5	30	505	прох.гр -0,5
68-69	5016	229	3,22	0,06	20x2	0,298	113	364	44	0,5	22	386	прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
69-70	4268	195	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
70-71	3520	161	2,37	0,04	20x2	0,199	55,58	132	20	2,5	50	181	отвод -2x1, прох.гр -0,5
71-72	2772	126	3,21	0,04	20x2	0,199	55,58	178	20	0,5	10	188	прох.гр -0,5
72-72'	2024	92	7,65	0,03	20x2	0,149	24,07	184	11	21,8	242	426	тр на разд.пот- 3x1,кран-4, радиатор 1,3, тр на сл.-1,5, отвод -2x6
72'-71'	2772	126	3,21	0,04	20x2	0,199	55,58	178	20	0,5	10	188	прох.гр -0,5
71'-70'	3520	161	2,18	0,04	20x2	0,199	55,58	121	20	2,5	50	171	отвод -2x1, прох.гр -0,5
70'-69'	4268	195	3,21	0,05	20x2	0,249	82,14	264	31	0,5	16	279	прох.гр -0,5
69'-68'	5016	229	3,22	0,06	20x2	0,298	113	364	44	0,5	22	386	прох.гр -0,5
68'-67'	5765	263	3,21	0,07	20x2	0,348	147,9	475	61	0,5	30	505	прох.гр -0,5
67'-66'	6636	303	1,014	0,08	20x2	0,398	186,9	190	79	0,5	40	229	прох.гр -0,5
66'-65'	7268	331	5,36	0,09	20x2	0,448	229,8	1232	100	0,5	50	1282	прох.гр -0,5
65'-64'	8139	371	3,21	0,10	20x2	0,498	276,3	887	124	0,5	62	949	прох.гр -0,5
64'-63'	8904	406	3,22	0,11	26x3	0,35	113,1	364	61	0,5	31	395	прох.гр -0,5
63'-62'	9669	441	3,21	0,12	26x3	0,382	131,7	423	73	0,5	36	459	прох.гр -0,5
62'-61'	10435	476	5,45	0,13	26x3	0,414	151,5	826	86	2,5	214	1040	отвод -2x1, прох.гр -0,5

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

61'-60'	11200	511	3,07	0,14	26x3	0,446	172,5	530	99	0,5	50	579	прох.гр -0,5
60'-59'	11966	546	6,07	0,15	26x3	0,478	194,6	1181	114	0,5	57	1238	прох.гр -0,5
59'-2б'	13900	634	1,94	0,18	26x3	0,573	267,8	520	164	2	328	848	отвод -2x1
Невязка: $(17657-16983)/17657 \cdot 100=3,82\%$ -допустимо													
Невязка ответвлений (2-2а..2а'-2' и 2-2б...2б'-2')= $(61943-38043)/61932 \cdot 100=38,6\%$ недопустимо. Устанавливаем балансировочный клапан DN32 при настройке -5, KV=2,17 м <sup>3</sup> /ч													

Продолжение Приложения Б

Таблица Б2 – Гидравлический расчет системы №3

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R · l, м	P <sub>дин</sub> , Па	ξ	Z, Па	Rl + Z,	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	9083	414	1,59	20	0,312	92	146	49	3	146	292	отвод-2x1,5
2-3	8758	399	3,9	20	0,299	85	332	45	8,6	384	716	прох.гр -1+гр. на слиян-1,6+отвод-4x1,5
3-4	8632	394	2,3	20	0,296	82	189	44	2,4	105	294	прох.гр -1+гр. на слиян-1,4
4-5	8506	388	5,26	20	0,294	80	421	43	6,7	290	710	прох.гр -1+гр. на слиян-1,2+отвод-3x1,5
5-6	8257	377	13,3	20	0,284	75	998	40	3,35	135	1133	прох.гр -1+гр. на слиян-1,3+отвод -7x1,5
6-7	6819	311	11,52	20	0,241	55	634	29	13,3	386	1020	прох.гр -1+гр. на слиян.-1,8+отвод- 7x1,5
7-8	6195	283	9,53	20	0,216	45	429	23	6,7	156	585	прох.гр -1+гр. на слиян-1,2+отвод -3x1,5
8-9	5597	255	9,49	20	0,192	36	342	18	3,6	66	408	прох.гр -1+гр. на слиян-1,1+отвод-1,5



Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9-10	5174	236	4,8	20	0,181	32	154	16	3,5	57	211	прох.тр -1+тр. на слиян-1+ отвод 1,5
10-11	4304,5	196	4,5	20	0,148	22	99	11	7,8	85	184	прох.тр -1+тр. на слиян-0,8+ отвод 4x1,5
11-12	3435	157	8,4	20	0,12	15	126	7	7,4	53	179	прох.тр -1+тр. на слиян-0,4+ отвод-4x1,5
12-13	2576,25	117	13,3	20	0,318	95,72	1273	51	5,8	293	1566	прох.тр -1+тр. на слиян-0,3+ отвод- 3x1,5
13-14	1717,5	78	7,2	20	0,091	9	65	4	7,2	30	95	прох.тр -1+тр. на слиян-0,2 отвод- 4x1,5
14-14'	858,75	39	20,3	15	0,054	3,4	69	1	10,7	16	85	отвод-4x1,5+тр.на разд.-1,3+ кран-4, регистр-2+ тр на слиян.-0,5
14'-13'	1717,5	78	7,2	15	0,107	18	130	6	7	40	170	отвод-4x1,5+ прох.тр -1

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

13'-12'	2576,25	117	13,3	15	0,161	38	505	13	5,5	71	577	отвод-1х1,5+ прох.гр -1
12'-11'	3435	157	8,4	15	0,214	65	546	23	7	160	706	отвод-4х1,5 + прох.гр -1

Приложение В  
Тепловой расчет нагревательных приборов

Таблица В.1 – Тепловой расчет нагревательных приборов системы отопления №1

№ пом.	$Q_{\text{пом}}, \text{Вт}$	$G_{\text{пр}}, \text{кг/ч}$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт/м}^2$	$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$F_{\text{пр}}, \text{м}^2$	$\beta_3$	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
План на отм. 0,000											
1	2	3	4	5	6	7	12	14	15	16	17
2	632	29	90	70	20	60	621	632	1,02	0,97	5
4	779	36	90	70	22	58	595	779	1,31	0,76	7
5	3624	166	90	70	22	58	595	3624	6,09	0,16	35
8	2074	95	90	70	20	60	621	2074	3,34	0,30	18
9	871	40	90	70	23	57	581	871	1,50	0,66	8
10	3741	172	90	70	23	57	581	3741	6,44	0,15	35
13	2024	93	90	70	20	60	621	2024	3,26	0,30	17
15	632	29	90	70	20	60	621	632	1,02	0,97	5
16	871	40	90	70	23	57	581	871	1,50	0,66	8
17	3827	176	90	70	23	57	581	3827	6,58	0,15	35
20	1934	89	90	70	20	60	621	1934	3,11	0,32	17
25	657	30	90	70	22	58	595	657	1,11	0,90	6
26	878	40	90	70	20	60	621	878	1,41	0,70	8
27	752	35	90	70	22	58	595	752	1,26	0,78	7
32	881	40	90	70	16	64	676	881	1,30	0,76	7
39	2195	101	90	70	18	62	648	2195	3,39	0,29	18
40	472	22	90	70	18	62	648	472	0,73	1,36	4

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	444	20	90	70	18	62	648	444	0,68	1,45	4
42	446	20	90	70	18	62	648	446	0,69	1,44	4
47	1227	56	90	70	5	75	830	1227	1,48	0,67	9
План на отм. +3,300											
1	1104	51	90	70	21	59	608	1104	1,82	0,55	10
2	468	22	90	70	21	59	608	468	0,77	1,29	4
3	516	24	90	70	21	59	608	516	0,85	1,17	5
4	556	26	90	70	21	59	608	556	0,91	1,08	5
5	490	23	90	70	21	59	608	490	0,81	1,23	4
6	2972	137	90	70	20	60	621	2972	4,78	0,21	27
7	1498	69	90	70	20	60	621	1498	2,41	0,41	14
13	494	23	90	70	20	60	621	494	0,80	1,25	4
14	591	27	90	70	21	59	608	591	0,97	1,02	5
15	2941	135	90	70	21	59	608	2941	4,84	0,20	26
18	1896	87	90	70	20	60	621	1896	3,05	0,32	16
19	611	28	90	70	21	59	608	611	1,01	0,98	5
20	3051	140	90	70	21	59	608	3051	5,02	0,20	27
23	1896	87	90	70	20	60	621	1896	3,05	0,32	16
24	559	26	90	70	20	60	621	559	0,90	1,10	5
25	611	28	90	70	21	59	608	611	1,01	0,98	5
26	3012	138	90	70	21	59	608	3012	4,95	0,20	27
29	1892	87	90	70	20	60	621	1892	3,05	0,33	16

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1.

33	660	30	90	70	21	59	608	660	1,09	0,91	6
34	740	34	90	70	21	59	608	740	1,22	0,81	7

Приложение Г  
**Расчет воздухообмена**

Таблица – Г.1 Расчет воздухообмена по кратности

№ по	Название помещения	$V,$ $m^3$	$t_{п},$ $^{\circ}C$	Приток	Вытяжка	Примечание
---------	--------------------	---------------	-------------------------	--------	---------	------------

				$k$	$L,$ $m^3/ч$	$k$	$L,$ $m^3/ч$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
План на отм. -2,800								
1	Венткамера	53,8	16	2	110	1	55	мех/мех
2	Тепловой пункт	59	16	3	180	3	180	мех/мех
3	Кладовая для хранения санок, лыж	23,2	16	–	–	1	25	–/ест
4	Подсобное помещение	23	16	–	–	1	25	–/ест
5	Кладовая для мягкого инвентаря	17,9	16	–	–	1	20	–/ест
6	Гладильное отделение	25	14	5	125	5	125	мех/ест
7	Стиральное отделение	78	14	–	1540	–	1540	мех/мех
8	Техническое помещение	380	16	0,5	190	0,5	190	мех /ест
11	Техническое помещение	626,8	16	0,5	315	0,5	315	мех /ест
12	Техническое помещение	918,5	16	0,5	460	0,5	460	мех /ест
14	Помещение уборочного инвентаря	30	16	1	30	1	30	ест /ест
15	Помещение для пожарного оборудования	29,8	10	1	30	1	30	ест /ест
					$\Sigma=2980$		$\Sigma=2995$	
План на отм. 0,000								
4	Раздевальная для детей от 3 до 4 лет	66,6	22	–	–	1,5	100	–/ест
5	Групповая для детей от 3 до 4 лет	188,4	22	–	500	1,5	285	ест/ест
6	Буфетная для детей от 3 до 4 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
7	Туалетная для детей от 3 до 4 лет	56,4	20	–	–	1,5	85	–/ест
8	Спальная	153	20	–	500	1,5	230	ест /ест
9	Раздевальная для детей от 3 до 4 лет	66	23	–	–	1,5	100	–/ест
10	Групповая для детей от 3 до 4 лет	185,4	23	–	500	1,5	280	–/ест

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

11	Буфетная для детей от 3 до 4 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
12	Туалетная для детей от 3 до 4 лет	56,4	20	–	–	1,5	85	–/ест
13	Спальная для детей от 3 до 4 лет	153	20	–	500	1,5	235	ест/ест
16	Раздевальная для детей от 1,5 до 3 лет	66	23	–	–	1,5	100	–/ест
17	Групповая для детей от 1,5 до 3 лет	208,5	23	–	500	1,5	315	ест /ест
18	Буфетная для детей от 1,5 до 3 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
19	Туалетная для детей от 1,5 до 3 лет	5 6,4	22	–	–	1,5	85	–/ест
20	Спальная для детей от 1,5 до 3 лет	157,5	20	–	500	1,5	235	ест /ест
22	Гардероб персонала	18	22	–	75	–	–	мех/–
23	Душевая	4,5	25	–	–	75 м3/ч	75	–/ест
25	Медицинский кабинет	40,8	22	–	–	1,5	60	–/ест
26	Помещение охраны	45,3	20	–	–	1	45	–/ест
27	Процедурная	61,5	22	–	–	1,5	95	–/ест
29	Сан.узел для персонала	16		–	–	50 м3/ч	50	–/ест
30	Сан узел для МГН	18	21	–	–	5	90	–/ест
32	Загрузочная	28,5	16	3	90	–	–	мех/–
33	Моечная тары	28,5	20	4	115	6	175	мех/мех
34	Кладовая сухих продуктов	19,5	12	–	–	1	20	–/ест
35	Помещение для холодильников	22,5	12	–	–	1	25	–/ест
36	Комната приема пищи	23,1	16	3	70	4	95	мех/мех
37	Душевая	7,5	25	–	–	75 м3/ч	75	–/ест
38	Санузел	9	16	–	–	50 м3/ч	50	–/ест
39	Цех первичной обработки овощей	43,5	18	3	135	4	175	мех/мех
40	Овощной цех	48	18	3	145	4	195	мех/мех
41	Мясо-рыбный цех	43,5	18	3	135	4	175	мех/мех
42	Холодный цех	45	18	3	135	4	180	мех/мех



Продолжение приложения Г

43	Моечная посуды	39	20	4	160	6	235	мех/мех
----	----------------	----	----	---	-----	---	-----	---------

Продолжение таблицы Г.1

44	Раздаточная	37,5	16	–	–	2	75	–/мех
45	Помещение для уборочного инвентаря	9	12	–	–	1	10	–/ест
46	Электроощивная	34,5	5	–	–	1	35	–/ест
47	Горячий цех	114	10	–	3780	–	3780	мех/мех
					Σ=7840		Σ=7905	
21	Буфетная для детей от 5 до 6 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
					План на отп. +3,300			
1	Кабинет заведующего	54,9	21	–	–	1	55	/ест
2	Методический кабинет	33,3	21	–	–	1	35	–/ест
3	Кабинет педагога-психолога	42,3	21	–	–	1	45	–/ест
4	Кабинет учителя-логопеда	45	21	–	–	1	45	–/ест
5	Бухгалтерия	37,8	21	–	–	1	40	–/ест
6	Спортивный зал	247,5	20	–	180	1,5	375	ест /ест
7	Музыкальный зал	225	20	–	180	1,5	340	ест /ест
8	Кладовая для хранения музыкального инвентаря	18	19	–	–	1	20	–/ест
9	Помещение уборочного инвентаря	15	19	–	–	1	15	–/ест
11	Кладовая для физкультурного инвентаря	28,5	19	–	–	1	30	–/ест
12	Кладовая завхоза	27	19	–	–	1	30	–/ест
14	Раздевальная для детей от 6 до 7 лет	54	21	–	–	1,5	80	–/ест
15	Групповая для детей от 6 до 7 лет	211,5	21	–	500	1,5	320	ест /ест
16	Буфетная для детей от 6 до 7 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
17	Туалетная для детей от 6 до 7 лет	56,4	20	–	–	1,5	85	–/ест
18	Спальная для детей от 6 до 7 лет	153	20	–	500	1,5	230	ест /ест
19	Раздевальная для детей от 5 до 6 лет	54	21	–	–	1,5	80	–/ест
20	Групповая для детей от 5 до 6 лет	211,5	21	–	500	1,5	320	ест /ест

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

22	Туалетная для детей от 5 до 6 лет	56,4	20	–	–	1,5	85	–/ест
23	Спальня для детей от 5 до 6 лет	153	20	–	500	1,5	230	ест /ест
25	Раздевальная для детей от 4 до 5 лет	54	21	–	–	1,5	80	–/ест
26	Групповая для детей от 4 до 5 лет	211,5	21	–	500	1,5	320	ест /ест
27	Буфетная для детей от 4 до 5 лет	12	16	–	–	1,5	20	–/ест
28	Туалетная для детей от 4 до 5 лет	56,4	20	–	–	1,5	85	–/ест
29	Спальня для детей от 4 до 5 лет	157,5	20	–	500	1,5	235	ест /ест
32	Санузлы для персонала	9	16	–	–	50 м3/ч	50	–/ест
33	Кабинет музыкального руководителя	21	21	–	–	1,5	35	–/ест
34	Кабинет инструктора физической культуры	24	21	–	–	1,5	35	–/ест
						Σ=3360	Σ=3360	

Приложение Д  
Аэродинамический расчет систем

Таблица Д.1– Аэродинамический расчет механической приточной вентиляции П1-П4

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	Воздуховоды						R, Па/м	k	R·l·k, Па	Σξ	P <sub>д</sub>	Z, Па	R·l·k + Z, Па	Σ·l·k + Z	Примечание
		l, м	a, м	b, м	d <sub>э</sub> , мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
П1																
Магистраль																
ВР	417					0,078	1,49				1,4	1,32	1,85	1,85	1,9	ВР=1,4
1	417	3,61	250	250	250	0,063	1,85	0,225	1,24	1,01	0,47	2,06	0,97	1,98	3,8	отвод- 0,32+тр на проход-0,15
2	834	1,18	250	300	273	0,075	3,09	0,94	1,32	1,46	0,2	5,72	1,14	2,61	6,4	тр на проход-0,2
3	1251	1,31	250	300	308	0,100	3,48	0,122	1,4	0,22	0,25	12,88	3,2	3,44	9,9	тр на проход-0,25
4	1665	25,2	250	300	308	0,100	4,63	0,215	1,4	7,80	2,56	22,82	58,41	126,5	136,4	4 отвода-0,64
Ответвления																
ВР	417					0,078	1,49				1,4	1,32	1,85	1,85		ВР=1,4
5	417	2,57	250	250	250	0,063	1,85	0,225	1,44	0,72	0,57	2,06	1,17	1,89	3,7	отвод- 0,32+тр на ответв.-0,25
(3,8-3,7)/3,8·100=2,2%-допустимо																

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВР	417					0,078	1,49				0,25	1,32	0,33	0,33		ВР=1,4
6	417	0,3	250	250	250	0,06	1,85	0,225	1,24	0,08	2,6	2,06	5,36	5,44	5,8	тр. на отв.- 2,6
(6,4-5,8)/5,8·100=10,3%-допустимо																
ВР	417					0,078	1,49				1,4	1,32	1,85	1,85		ВР=1,4
7	417	0,3	250	250	250	0,06	1,85	0,225	1,29	0,07	1,3	2,06	2,68	2,75	4,6	тр. на отв.- 1,3
(9,9-4,6)/9,9·100=53,5%-недопустимо $d_d = 192 \times 192$ мм																
П2																
Магистраль																
ВР	460					0,093	1,37				2	1,13	2,27	2,27	2,3	ВР=2
1	460	9,44	250	250	250	0,06	2,04	0,332	1,25	3,92	0,78	2,51	1,96	5,87	8,1	2 отвод- 0,24+тр на проход-0,3
2	570	5,61	250	300	273	0,08	2,11	0,521	1,26	3,68	0,18	2,67	4,56	18,2	26,3	тр на проход-0,18
3	1225	0,8	250	400	308	0,10	5,2	0,58	1,32	0,62	0,5	6,95	3,47	100,1	126,4	2 отвода-0,25
Ответвления																
ВР	315					0,074	1,18				2	0,84	1,68	1,68	1,7	ВР=2
4	315	8,96	250	250	250	0,06	1,40	0,332	1,2	3,57	1,34	1,18	1,58	5,15	6,8	отвод- 0,24+тр.на прох-1,1

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	505	1,64	250	250	250	0,06	2,24	0,5	1,24	1,02	0,9	3,02	2,72	3,74	10,6	тр на прох-0,9
6	685	0,3	250	300	273	0,08	2,54	0,61	1,28	0,23	-	3,86	0,00	0,23	10,8	-
(12,3-10,8)/12,3·100=12,3%-допустимо																
ВР	110					0,04	0,85				2	0,432	0,86	0,86	0,9	ВР=2
7	110	1,54	150	150	150	0,02	1,36	0,218	1,2	0,40	2,3	1,107	2,55	2,95	3,8	тр на отв-2,3
(8,1-3,8)/8,1·100=53,9%-недопустимо $d_d = 91 \times 91$ мм																
ВР	417					0,112	1,034				2	0,642	1,28	1,28	1,3	ВР=2
8	417	0,7	250	250	250	0,063	1,853	0,332	1,29	0,29979 6	2,1	2,061	4,33	4,63	5,9	тр на отв-2,1
(6,8-5,9)/6,8·100=13,4%-допустимо																
ВР	180					0,055	0,909				2	0,50	0,99	1,0	0,99	ВР=2
9	180	2,1	150	250	188	0,038	1,333	0,225	1,2	0,567	3,1	1,07	3,31	3,9	4,9	тр на отв-3,1
(10,6-4,9)/10,6·100=53,9%-недопустимо $d_d = 138 \times 238$ мм																
ПЗ																
Магистраль																
ВР	1260					0,099	3,535				1,4	7,50	10,50	10,5	10,5	ВР=1,4
1	1260	2,08	250	400	308	0,1	3,5	0,724	1,32	1,99	0,8	7,35	5,88	7,9	18,4	отвод-0,34, тр. на прох0,12
2	2520	1,78	250	500	333	0,125	5,6	0,825	1,41	2,07	0,2	18,82	3,76	5,8	24,2	тр. на прох-0,2
3	3780	24,5	400	400	400	0,16	6,56	0,9	1,45	31,97	4,5	25,84	116,3	148,3	172,5	9 отводов-0,5

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ответвления																
BP	1260					0,099	3,535				1,4	7,50	10,50	10,50	10,5	BP=1,4
4	1260	0,3	250	400	308	0,1	3,5	0,724	1,32	0,29	0,75	7,35	5,51	5,80	16,3	тр.на отв.- 0,75
(18,4-16,3)/18,4·100=11,3%-допустимо																
BP	1260					0,099	3,535				1,4	7,50	10,50	10,50	10,5	BP=1,4
5	1260	0,3	250	400	308	0,1	3,5	0,724	1,32	0,287	1,5	7,35	11,03	11,31	21,8	тр.на отв.-1,5
(24,2-21,8)/24,2·100=9,9%-допустимо																
П4																
Магистраль																
BP	135					0,036	1,04				2	0,65	1,30	1,30	1,3	BP=2
1	135	0,97	150	150	150	0,023	1,67	0,463	1,22	0,55	0,32	1,67	0,53	1,08	2,4	Отвод- 0,32+тр.на прох-0,15
2	225	2,04	150	250	188	0,038	1,67	0,501	1,22	1,25	0,2	1,67	0,33	1,58	4,0	тр -0,2
3	340	1,93	150	250	188	0,038	2,52	0,59	1,28	1,46	0,25	3,81	0,95	2,41	6,4	тр на проход-0,25
4	485	3,04	150	300	200	0,045	2,99	0,624	1,32	2,50	0,2	5,38	1,08	3,58	10,0	тр на прох- 0,2
5	620	1,28	150	300	200	0,045	3,83	0,721	1,36	1,26	0,3	8,79	2,64	3,89	13,8	тр на прох- 0,3
6	915	7,79	250	250	250	0,063	4,07	0,829	1,37	8,85	0,35	9,92	3,47	25,5	39,3	1 отвод- 0,15+тр на прох-0,2
7	1060	14,1	250	250	250	0,063	4,71	0,9	1,4	17,77	0,26	13,32	3,46	55,3	94,6	5 отводов- 0,26



Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ответвления																
ВР	75					0,027	0,77				2	0,36	0,71	0,71	0,7	ВР=2
8	75	3,23	150	150	150	0,023	0,93	0,32	1,13	1,17	0,5	0,51	0,26	1,43	2,1	тр на прох-0,5
9	145	2,54	150	150	150	0,023	1,79	0,474	1,16	1,40	0,9	1,92	1,73	3,13	5,3	тр на прох-0,9
(26,2-5,3)/26,2·100=79,9%-недопустимо $d_d = 88 \times 88$ мм																
ВР	160					0,045	0,99				2	0,59	1,17	1,17	1,2	ВР=2
10	160	3,3	150	250	188	0,038	1,19	0,123	1,18	0,48	1,22	0,84	1,03	1,51	2,7	тр на прох-0,8, 2 отвода-0,21
11	295	3,05	150	250	188	0,038	2,19	0,324	1,24	1,23	1,1	2,87	3,15	4,38	7,1	тр на отв-1,1
(13,8-7,1)/13,8·100=49%-недопустимо $d_d = 106 \times 206$ мм																
ВР	90					0,027	0,93				2	0,51	1,03	1,03	1,0	ВР=2
12	90	1,87	150	150	150	0,023	1,11	0,212	1,16	0,46	0,8	0,74	0,59	1,05	2,1	тр на отв-0,8
(2,4-2,1)/2,4·100=12,7%-допустимо																
ВР	115					0,036	0,89				2	0,47	0,94	0,94	0,9	ВР=2
13	115	2,37	150	150	150	0,023	1,42	0,345	1,16	0,95	0,7	1,21	0,85	1,80	2,7	тр на отв-0,7
(4-2,7)/4·100=30,9%-недопустимо $d_d = 125 \times 125$ мм																
ВР	145					0,036	1,12				2	0,75	1,50	1,50	1,5	ВР=2
14	145	0,97	100	150	120	0,015	2,69	0,413	1,16	0,46	0,85	4,33	3,68	4,14	5,6	тр на отв-0,85
(6,4-5,6)/6,4·100=11,4%-допустимо																

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВР	135					0,036	1,04				2	0,65	1,30	1,30	1,3	ВР=2
15	135	0,97	100	150	120	0,015	2,50	0,314	1,16	0,35	1,1	3,75	4,13	4,48	5,8	тр на отв-1,1
(10-5,8)/10·100=41,9%-недопустимо $d_d = 77 \times 127$ мм																
ВР	135					0,036	1,04				2	0,65	1,30	1,30	1,3	ВР=2
16	135	1,75	100	150	120	0,015	2,50	0,314	1,16	0,64	1,2	3,75	4,50	5,14	6,4	тр на отв-1,2
(7,1-6,4)/7,1·100=8,7%-допустимо																
ВР	70					0,027	0,72				2	0,31	0,62	0,62	0,6	ВР=2
17	70	3,52	150	150	150	0,023	0,86	0,213	1,18	0,88	0,8	0,45	0,36	1,24	1,9	тр на отв-0,8
(2,1-1,9)/2,1·100=12,8%-допустимо																

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.2– Аэродинамический расчет механической вытяжной вентиляции В1-В7

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	Воздуховоды						R, Па/м	k	R · l · k, Па	Σξ	P <sub>д</sub>	Z, Па	R · l · k + Z, Па	Σ · l · k + Z	Примечание
		l, м	a, м	b, м	d <sub>э</sub> , мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
В1																
Магистраль																
ВР	55					0,018	0,85				2	0,43	0,86	0,86	0,9	РВ=2
1	55	4,53	100	150	120	0,015	1,02	0,219	1,16	1,15	0,39	0,62	0,24	1,39	2,3	отвод-0,24, тр. на прох- 0,15
2	235	14,9	150	250	188	0,038	1,74	0,314	1,22	5,71	0,52	1,82	0,95	6,65	8,9	4 отвода- 0,13
Ответвления																
ВР	180					0,045	1,11				2	0,74	1,48	1,48	1,5	РВ=2
3	180	0,9	150	250	188	0,038	1,33	0,143	1,2	0,15	0,9	1,07	0,96	1,11	2,6	тр. на отв.- 1,1
(2,6-2,3)/2,6 · 100=14,9%-допустимо																
В2																
Магистраль																
1	500	3,3			315	0,078	1,78	0,315		1,04	1,5	1,91	2,86	3,90	3,9	РВ=2, тр. на прох-0,12, переход-0,7

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ответвления																
3	500	1,73			315	0,078	1,78	0,315		0,54	1,6	1,91	3,05	3,60	3,6	РВ=2, тр. на отв.- 0,9, переход-0,7
(3,9-3,6)/3,6·100=7,8%-допустимо																
В3																
Магистраль																
1	540	0,9			315	0,078	1,93	0,465		0,42	1,1	2,23	2,45	2,86	2,9	переход-1,1
1.1	540	22,4	400	200	267	0,08	1,88	0,35	1,30	10,28	0,3	2,11	0,63	10,91	13,8	2 отвода
В4																
Магистраль																
1	400	2,8	250	250	250	0,06	1,78	0,332	1,16	1,08	2,05	1,90	3,89	4,97	5,0	МО-1,2, тр.на прох- 0,85
2	2600	1,14	300	500	375	0,15	4,81	0,5	1,4	0,80	0,9	13,91	12,52	13,32	18,3	тр. на прох- 0,9
3	3150	7,13	300	500	375	0,15	5,83	0,61	1,44	6,26	0,96	20,42	19,60	25,86	44,1	3 отвода- 0,32
Ответвления																
4	450	2,8	400	400	400	0,16	0,78	0,541	1,22	1,85	1,72	0,37	0,63	2,48	2,5	МО-1,2, тр. на прох- 0,6, отвод- 0,12



Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	2200	1,14	400	500	480	0,24	2,55	0,5	1,34	0,76	0,5	3,89	1,95	2,71	5,2	тр. на отв.- 0,9
(5,2-5)/5,2·100=4,5%-допустимо																
6	550	1,02	250	300	273	0,075	2,04	0,431	1,25	0,55	2,48	2,49	6,17	6,72	6,7	МО-1,2, тр. на отв- 1,1, отвод-0,18
(18,3-6,7)/18,3·100=63,2%-недопустимо $d_d = 182 \times 232$ мм																
7	1450	1,02	400	600	480	0,24	1,68	0,431	1,12	0,49	2	1,20	2,40	2,89	2,9	МО-1,2, тр. на отв- 1,1, отвод- 0,18
(2,9-2,5)/2,9·100=14,3%-допустимо																
В5																
Магистраль																
ВР	175					0,055	0,88				2	0,47	0,94	0,94	0,9	РВ=2
1	175	0,35	150	250	188	0,038	1,30	0,13	1,24	0,06	0,5	1,01	0,50	0,56	1,5	тр. на прох- 0,5
2	370	2,72	250	250	250	0,063	1,64	0,45	1,27	1,56		1,62	0,00	1,56	3,1	тр. на прох- 0,5
3	545	0,68	250	250	250	0,063	2,42	0,57	1,29	0,49	0,7	3,52	2,46	2,96	6,0	тр. на прох- 0,5
4	720	3,28	250	250	250	0,063	3,20	0,65	1,31	2,81	1,6	6,14	9,83	12,64	18,7	тр. на прох
5	900	1,62	250	250	250	0,063	4,00	0,87	1,37	1,93	0,9	9,60	8,64	10,57	29,2	тр. на прох
6	1210	4,95	250	300	273	0,075	4,48	0,12	1,40	0,83	0,16	12,05	1,93	2,76	32,0	1 отвод

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
BP	75					0,055	0,38				2	0,09	0,17	0,17	0,2	PВ=2
7	75	3,66	150	150	150	0,023	0,93	0,100	1,12	0,410	0,5	0,51	0,26	0,67	0,8	тр. на прох
8	310	12,4	150	250	188	0,038	2,30	0,123	1,2	1,830	1,86	3,16	5,88	7,71	8,6	4 отвода +тр. на отв.
(29,2-8,6)/29,2·100=70,4%-недопустимо $d_d = 82 \times 182$ мм																
BP	175					0,041	1,19				2	0,84	1,69	1,69	1,7	PВ=2
9	175	6,2	150	250	188	0,038	1,30	0,080	1,18	0,585	0,5	1,01	0,50	1,09	2,8	тр. на отв- 0,85
(6-2,8)/6·100=53,4%-недопустимо $d_d = 100 \times 200$ мм																
BP	175					0,041	1,19				2	0,84	1,69	1,69	1,7	PВ=2
11	175	0,95	150	250	188	0,038	1,30	0,112	1,26	0,134	0,8	1,01	0,81	0,94	2,6	тр. на отв- 0,8
(6-2,8)/6·100=53,4%-недопустимо $d_d = 100 \times 200$ мм																
BP	180					0,055	0,91				2	0,50	0,99	0,99	1,0	PВ=2
12	180	0,95	250	250	250	0,063	0,80	0,070	1,28	0,085	0,5	0,38	0,19	0,28	1,3	тр. на отв- 0,8
(1,3-0,8)/1,3·100=64,4%-недопустимо $d_d = 1164 \times 164$ мм																
BP	115					0,036	0,89				2	0,47	0,94	0,94	0,9	PВ=2
13	115	2,37	150	150	150	0,023	1,42	0,345	1,16	0,95	0,7	1,21	0,85	1,80	2,7	тр. на отв- 0,7
(2,8-2,7)/2,8·100=1,3%-допустимо																
В6																
Магистраль																
BP	95					0,027	0,98				2	0,57	1,15	1,15	1,1	PВ=2

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		5,3	250	300	273	0,075	2,33	0,325	1,25	2,15	0,24	3,27	0,78	2,9	6,9	1 отвод-0,24
В7																
Магистраль																
ВР	630					0,096	1,83				2	1,99	3,99	4,0	3,9	РВ=2
1	630	5,3	250	300	273	0,075	2,33	0,325	1,25	2,15	0,24	3,27	0,78	2,9	6,9	1 отвод-0,24

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.2



Продолжение Приложения Д

Таблица Д.3 – Аэродинамический расчет естественной вентиляции ВЕ1-ВЕ71

№ участка	L, м <sup>3</sup> /ч	Воздуховоды						R, Па/м	R · l · k, Па	Σξ	P <sub>д</sub>	Z, Па	R · l · k + Z, Па	Σ · l · k + Z	Примечание
		a, м	b, м	l, м	d <sub>э</sub> , мм	f, м <sup>2</sup>	v, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 4,2 \text{ Па}$															
ВЕ1	460	400	200	0,2	319	0,08	1,60	0,01	0,002	1,9	1,53	3,90	3,90	3,90	
$(4,2-3,9)/4,2 \cdot 100=7,1\%$															
$P_{расп} = 2,6 \text{ Па}$															
ВЕ2, ВЕ3, ВЕ70, ВЕ71, ВЕ72, ВЕ73, ВЕ 74, ВЕ75	235	250	200	1,2	252	0,05	1,31	0,3	0,36	1,9	1,02	1,94	2,30	2,30	
$(2,6-2,3)/2,6 \cdot 100=11,5\%$															
$P_{расп} = 4,0 \text{ Па}$															
ВЕ4, ВЕ5	85	150	200	0,2	196	0,03	0,79	0,23	0,05	1,9	1,20	2,28	3,81	3,8	
$(4,0-3,8)/4,0 \cdot 100=5\%$															
$P_{расп} = 1,7 \text{ Па}$															
ВЕ6	10	150	100	1,2	138	0,02	0,19	1,23	1,476	1,9	0,02	0,04	1,52	1,5	
$(1,7-1,5)/1,7 \cdot 100=11,7\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 1,2 \text{ Па}$															
BE7	35	150	100	1,2	138	0,02	0,65	0,54	0,65	1,9	0,25	0,48	1,13	1,1	
$(1,2-1,1)/1,2 \cdot 100=8,3\%$															
$P_{расп} = 1,2 \text{ Па}$															
BE8, BE9, BE10	20	150	100	1,1	138	0,02	0,37	1,9	2,09	1,9	0,08	0,16	2,25	2,3	
$(2,6-2,3)/2,6 \cdot 100=11,5\%$															
$P_{расп} = 3,6 \text{ Па}$															
BE11, BE11.1	230	250	200	1,1	252	0,05	1,28	1,2	1,32	1,9	0,98	1,86	3,18	3,2	
$(3,6-3,2)/3,6 \cdot 100=11,1\%$															
$P_{расп} = 1,0 \text{ Па}$															
BE12	25	150	100	0,2	138	0,02	0,46	0,9	0,18	1,9	0,13	0,75	0,93	0,9	
$(1,0-0,9)/1,0 \cdot 100=10\%$															
$P_{расп} = 4,6 \text{ Па}$															
BE13	75	150	100	2,2	138	0,02	1,39	0,79	1,738	1,9	1,16	2,20	3,94	3,9	
$(4,6-3,9)/4,6 \cdot 100=15,2\%$															
$P_{расп} = 4,6 \text{ Па}$															
BE14	315	400	200	0,2	319	0,08	1,09	0,5	0,1	1,9	1,20	2,28	2,38	2,4	
$(2,6-2,4)/2,6 \cdot 100=7,7\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 4,2 \text{ Па}$															
BE15	20	150	100	1,1	138	0,02	0,37	1,8	1,98	1,9	0,08	0,16	3,95	3,9	
$(4,2-3,9)/4,2 \cdot 100=5,9\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE16	25	150	100	1,2	138	0,02	0,46	1,75	2,1	1,9	0,13	0,24	2,34	2,3	
$(2,5-2,3)/2,5 \cdot 100=6,7\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE17	25	150	100	1,1	138	0,02	0,46	1,75	1,925	1,9	0,13	0,24	2,17	2,17	
$(2,5-2,2)/4,4 \cdot 100=13,7\%$															
$P_{расп} = 4,4 \text{ Па}$															
BE18	75	150	100	1,1	138	0,02	1,39	1,55	1,705	1,9	1,16	2,20	3,90	3,90	
$(4,4-3,9)/4,4 \cdot 100=11,4\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE19	50	150	100	1,00	138	0,02	0,93	1,2	1,20	1,9	0,51	0,98	2,18	2,18	
$(2,5-2,2)/2,5 \cdot 100=12\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE20	50	150	100	0,2	138	0,02	0,93	1,2	0,24	1,9	0,51	0,98	2,20	2,20	
$(2,5-2,2)/2,5 \cdot 100=12\%$															
$P_{расп} = 2,9 \text{ Па}$															
BE21	90	150	150	0,3	169	0,02	1,11	1,22	0,366	1,9	0,74	1,41	2,50	2,50	
$(2,9-2,5)/2,5 \cdot 100=13,7\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 1,6 \text{ Па}$															
BE22	20	150	100	1,0	138	0,02	0,37	1,2	1,20	1,9	0,08	0,16	1,36	1,36	
$(1,6-1,4)/1,6 \cdot 100=12,5\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE23	190	250	200	0,5	252	0,05	1,06	0,8	0,36	1,9	0,95	1,81	2,17	2,17	
$(2,5-2,2)/2,5 \cdot 100=12\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE24	45	150	150	2,3	169	0,02	0,12	1	2,30	1,9	0,01	0,02	2,32	2,32	
$(2,5-2,3)/2,5 \cdot 100=8\%$															
$P_{расп} = 2,8 \text{ Па}$															
BE25	60	150	150	1,3	169	0,02	0,74	1,5	1,95	1,9	0,33	0,63	2,58	2,58	
$(2,8-2,6)/2,5 \cdot 100=7,1\%$															
$P_{расп} = 2,5 \text{ Па}$															
BE26	85	200	200	0,3	226	0,04	0,59	1,45	0,44	1,9	0,90	1,71	2,15	2,1	
$(2,5-2,1)/2,5 \cdot 100=13,8\%$															
$P_{расп} = 3,0 \text{ Па}$															
BE27	100	200	150	1,3	196	0,03	0,93	1,3	1,69	1,9	0,51	0,98	2,67	2,7	
$(3,0-2,7)/3,0 \cdot 100=9,7\%$															
$P_{расп} = 3,0 \text{ Па}$															
BE28	315	600	200	1,8	391	0,12	0,73	1,2	2,16	1,9	0,32	0,61	2,77	2,8	
$(3,0-2,8)/3,0 \cdot 100=6,4\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 3,0 \text{ Па}$															
BE29	100	200	150	0,9	196	0,03	0,93	1,8	1,62	1,9	0,51	0,98	2,60	2,6	
$(3,0-2,6)/3,0 \cdot 100=12,1\%$															
$P_{расп} = 3,0 \text{ Па}$															
BE30	280	200	600	1,2	391	0,12	0,65	1,7	2,04	1,9	0,25	0,48	2,52	2,5	
$(3,0-2,5)/3,0 \cdot 100=14,7\%$															
$P_{расп} = 2,8 \text{ Па}$															
BE31	285	200	600	1,3	391	0,12	0,66	1,6	2,08	1,9	0,26	0,50	2,58	2,6	
$(2,8-2,6)/2,8 \cdot 100=8\%$															
$P_{расп} = 2,8 \text{ Па}$															
BE32	100	200	150	1,3	195	0,03	0,93	1,3	1,69	1,9	0,51	0,98	2,67	2,7	
$(2,8-2,7)/2,8 \cdot 100=4,7\%$															
$P_{расп} = 1,4 \text{ Па}$															
BE33, BE34	188	400	200	1,2	319	0,08	0,65	0,7	0,84	1,9	0,26	0,49	1,33	1,3	
$(1,4-1,3)/1,4 \cdot 100=5,5\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE35	30	150	100	1,0	138	0,015	0,56	0,65	0,65	1,9	0,19	0,50	1,15	1,2	
$(1,3-1,2)/1,3 \cdot 100=7,6\%$															
$P_{расп} = 1,4 \text{ Па}$															
BE36, BE37, BE38 BE39-BE41	28,3 3333	150	100	1,2	138	0,015	0,52	0,69	0,83	1,9	0,17	0,31	1,14	1,1	
$(1,4-1,1)/1,4 \cdot 100=14,8\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 1,0 \text{ Па}$															
BE42,43	20	150	100	1,0	138	0,015	0,37	0,69	0,69	1,9	0,08	0,16	0,85	0,8	
$(1,0-0,8)/1,0 \cdot 100=15\%$															
$P_{расп} = 1,0 \text{ Па}$															
BE44	50	150	100	1,2	138	0,015	0,93	0,69	0,83	0,26	0,51	0,13	0,96	0,96	
$(1,0-0,96)/1 \cdot 100=4\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE45	20	150	100	1,2	138	0,015	0,37	0,9	1,08	0,26	0,08	0,02	1,10	1,1	
$(1,3-1,1)/1,3 \cdot 100=14,9\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE46	15	150	100	1,2	138	0,015	0,28	0,9	1,08	0,26	0,05	0,01	1,09	1,1	
$(1,3-1,1)/1,3 \cdot 100=14,9\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE47	95	150	100	1,2	138	0,015	1,76	0,54	0,65	0,26	1,86	0,48	1,13	1,1	
$(1,3-1,1)/1,3 \cdot 100=14,9\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE48	95	150	100	1,2	138	0,015	1,76	0,54	0,65	0,26	1,86	0,48	1,13	1,1	
$(1,3-1,1)/1,3 \cdot 100=14,9\%$															
$P_{расп} = 1,4 \text{ Па}$															
BE49, BE50, BE51	28	150	100	1,2	138	0,015	0,52	0,69	0,83	1,9	0,17	0,31	1,14	1,1	
$(1,4-1,1)/1,4 \cdot 100=14,9\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 1,4 \text{ Па}$															
BE52, BE53	115	250	200	1,2	252	0,05	0,64	0,69	0,83	1,9	0,24	0,47	1,29	1,3	
$(1,4-1,1)/1,4 \cdot 100=14,9\%$															
$P_{расп} = 1,4 \text{ Па}$															
BE54, BE55	170	400	200	1,2	319	0,08	0,59	0,69	0,83	1,9	0,21	0,40	1,23	1,2	
$(1,4-1,2)/1,4 \cdot 100=14,2\%$															
$P_{расп} = 1,3 \text{ Па}$															
BE56	30	150	100	1,2	138	0,015	0,56	0,69	0,83	1,9	0,19	0,35	1,18	1,2	
$(1,3-1,2)/1, \cdot 100=7,6\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE57, BE58	35	150	100	1,2	138	0,015	0,65	0,69	0,83	1,9	0,25	0,48	1,31	1,3	
$(1,5-1,3)/1,5 \cdot 100=12,4\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE59	45	150	100	1,2	13	0,015	0,83	0,4	0,48	1,9	0,42	0,79	1,27	1,3	
$(1,5-1,3)/1,5 \cdot 100=12,4\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE60	35	150	100	1,2	138	0,015	0,65	0,71	0,85	1,9	0,25	0,48	1,33	1,3	
$(1,5-1,3)/1,5 \cdot 100=12,4\%$															
$P_{расп} = 0,5 \text{ Па}$															
BE61	30	150	100	0,2	138	0,015	0,56	0,5	0,10	1,9	0,19	0,35	0,45	0,4	
$(0,5-0,4)/0,5 \cdot 100=14,8\%$															

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE62, BE70	80	200	150	0,8	195,5	0,03	0,74	0,77	0,62	1,9	0,33	0,63	1,24	1,2	
$(1,5-1,2)/1,5 \cdot 100=13,2\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE63	320	600	200	1,0	391,0	0,12	0,74	0,77	0,75	1,9	0,33	0,63	1,38	1,4	
$(1,5-1,4)/1,5 \cdot 100=7,5\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE64	320	600	200	1,0	391,0	0,12	0,74	0,77	0,75	1,9	0,33	0,63	1,38	1,4	
$(1,5-1,4)/1,5 \cdot 100=7,5\%$															
BE65	80	200	150	0,8	196	0,03	0,74	0,77	0,62	1,9	0,33	0,63	1,24	1,2	
$(1,5-1,2)/1,5 \cdot 100=15\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE66	320	200	600	0,8	391	0,12	0,74	0,88	0,70	1,9	0,33	0,63	1,33	1,3	
$(1,5-1,3)/1,5 \cdot 100=13,3\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE67	40	150	150	0,8	169	0,0225	0,49	1,4	1,12	1,9	0,15	0,28	1,40	1,4	
$(1,5-1,4)/1,5 \cdot 100=6,7\%$															
$P_{расп} = 1,5 \text{ Па}$															
BE68	55	150	150	0,5	169	0,0225	0,68	1,4	0,76	1,9	0,28	0,53	1,28	1,3	
$(1,5-1,3)/1,5 \cdot 100=13,3\%$															



Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

$P_{расп} = 5,4 \text{ Па}$															
BE71	30	150	150	3,5	169	0,0225	0,37	1,3	4,55	1,9	0,08	0,16	4,71	4,7	
$(5,4-4,7)5,4 \cdot 100=13,2\%$															

## Приложение Е

### Расчетные схемы приточно-вытяжных систем

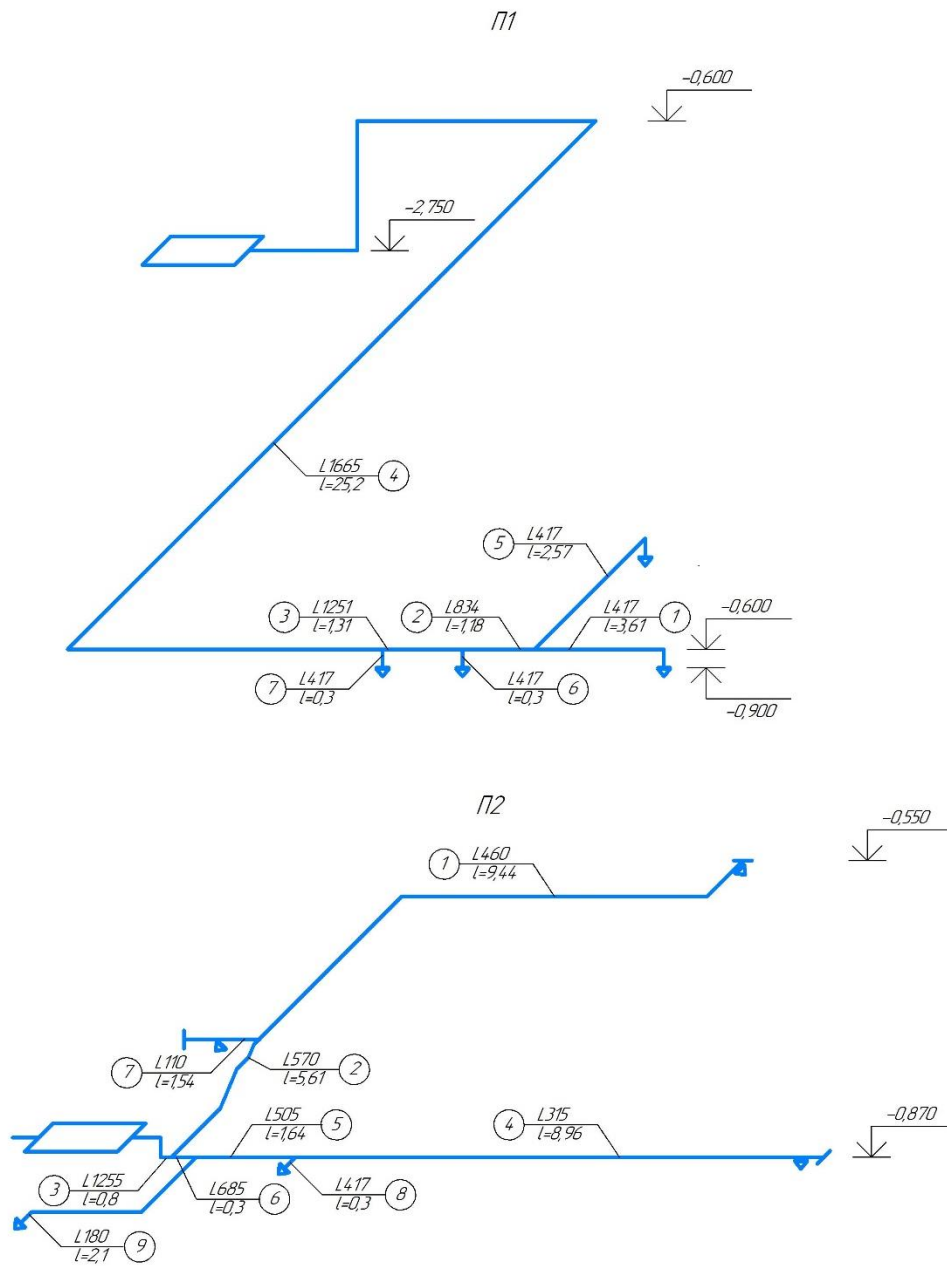


Рисунок Е.1 – Расчетные схемы систем П1 и П2

# Продолжение приложения Е

ПЗ

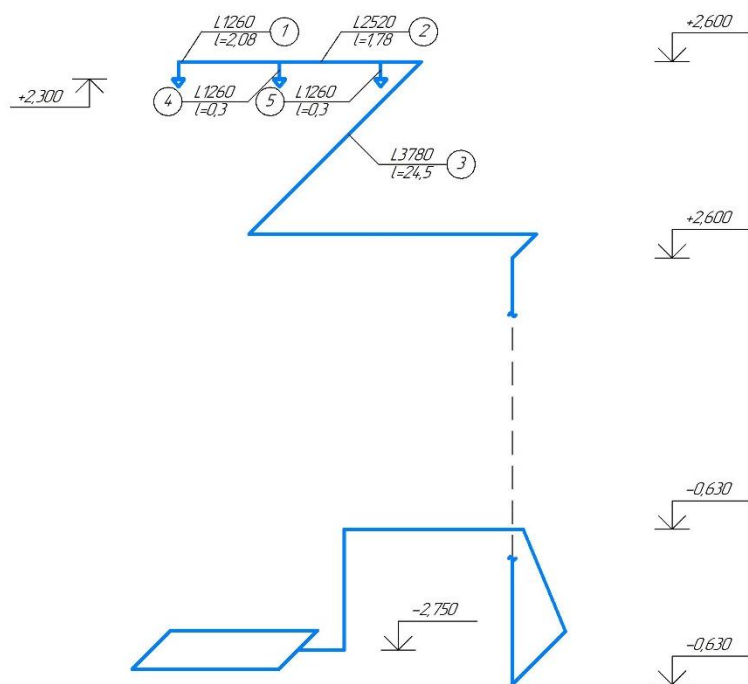


Рисунок Е.2 – Расчетная схема системы ПЗ

# Продолжение приложения Е

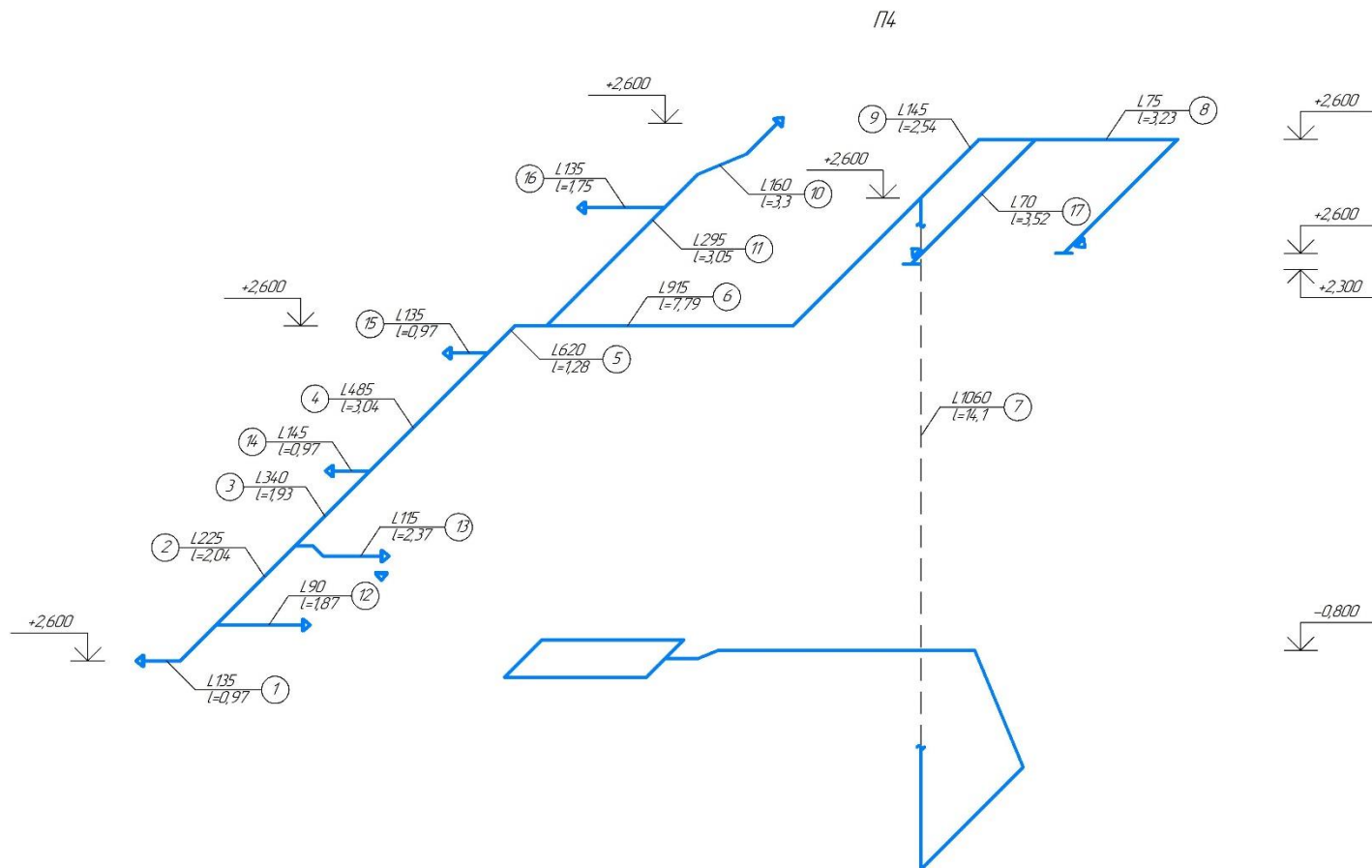


Рисунок Е.3 – Расчетная схема системы П4

Продолжение приложения Е

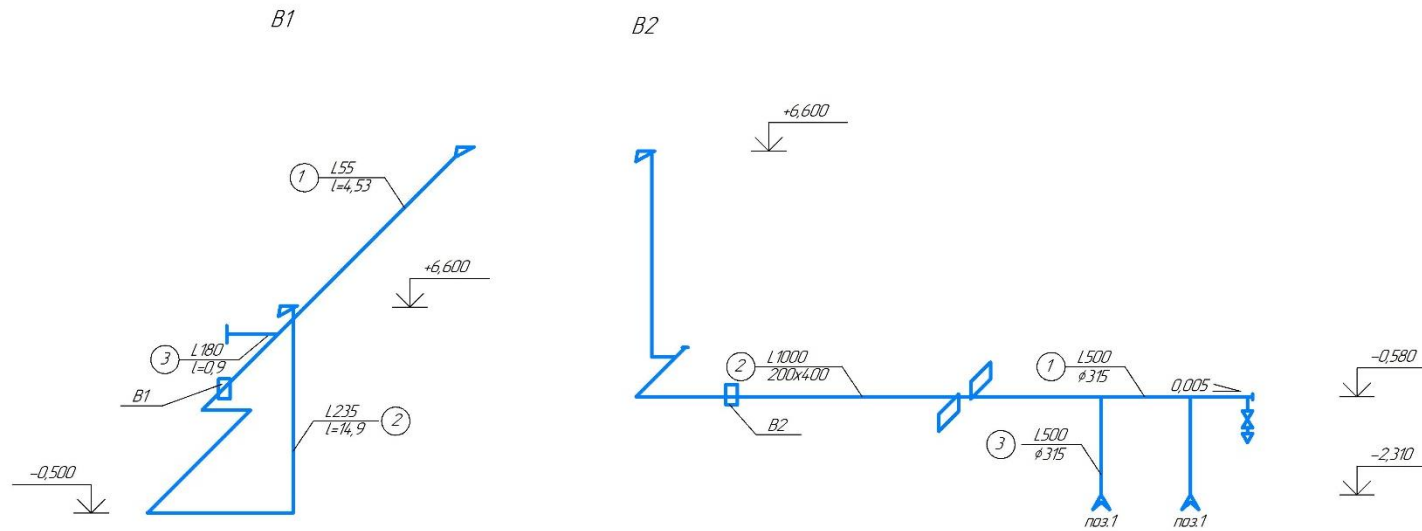


Рисунок Е.4 – Расчетные схемы систем В1 и В2

## Продолжение приложения Е

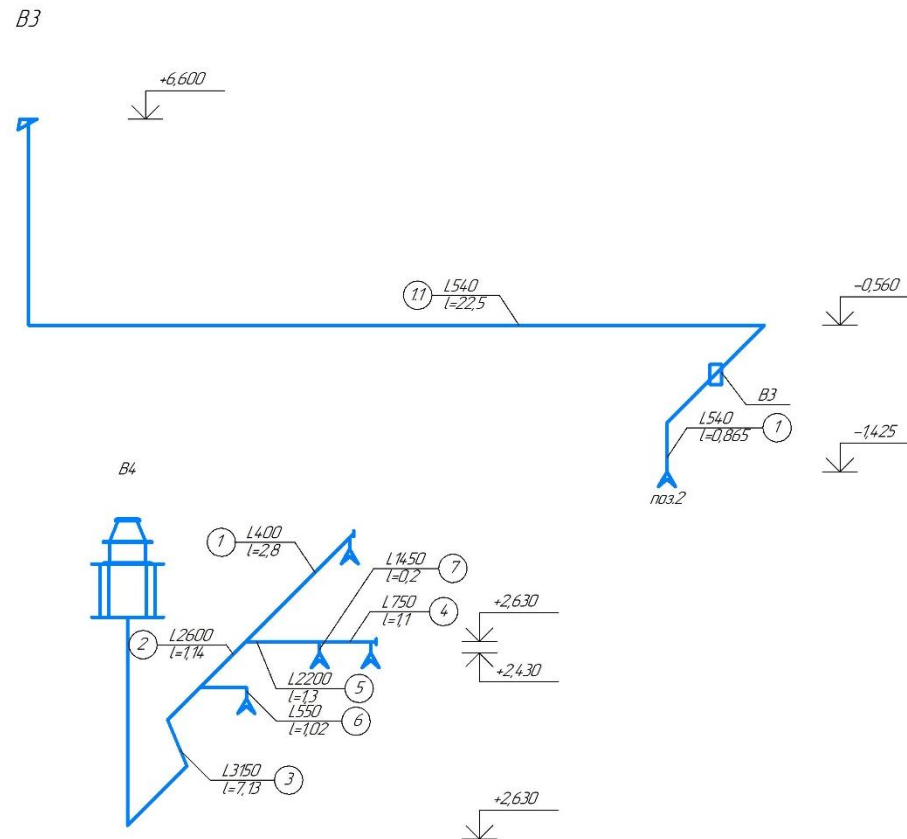


Рисунок Е.5 – Расчетные схемы систем В3 и В4

## Продолжение приложения Е

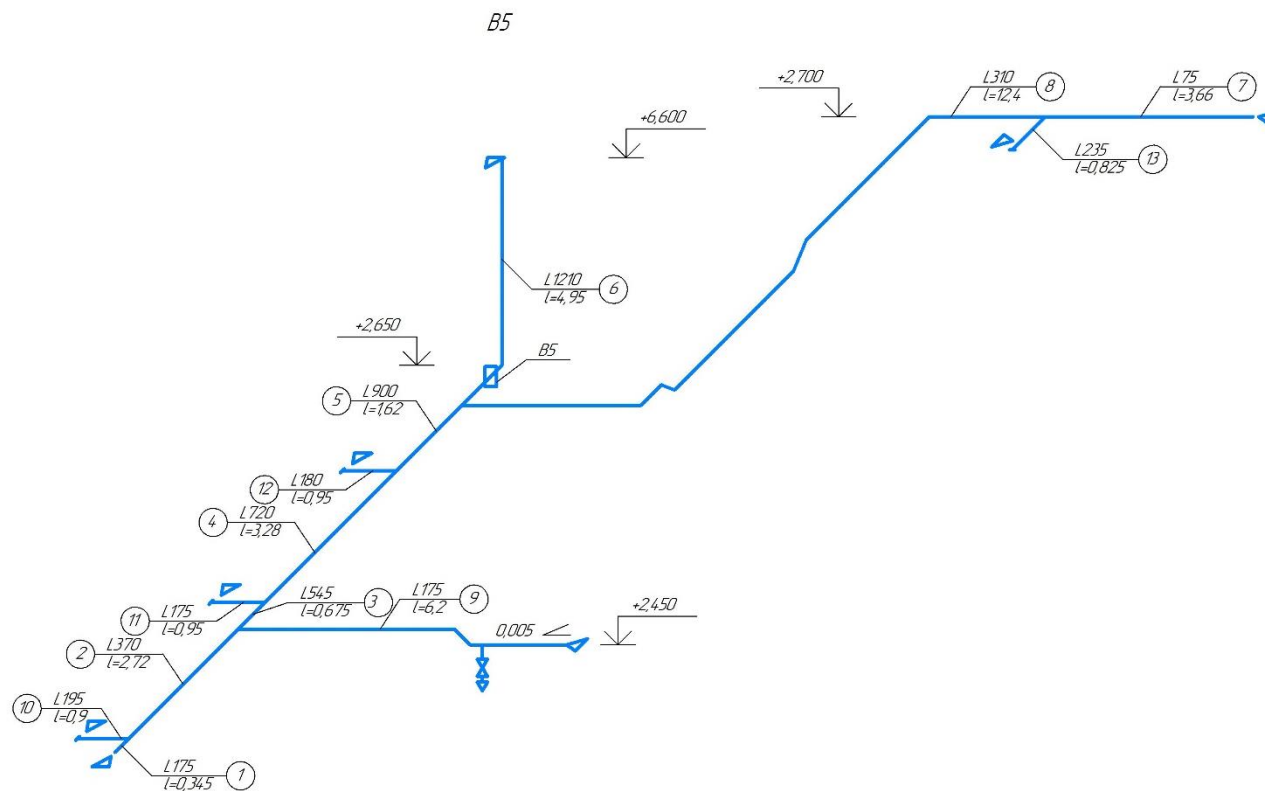


Рисунок Е.6 – Расчетная схема системы В5

Продолжение приложения Е

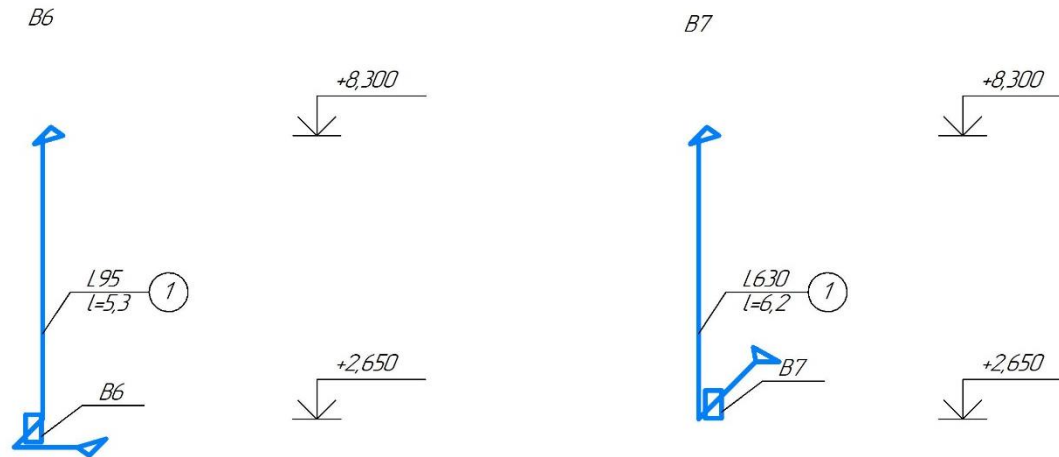


Рисунок Е.7 – Расчетные схемы систем В6 и В7



## Приложение Ж

### Схемы приточных установок и характеристики вентиляторов

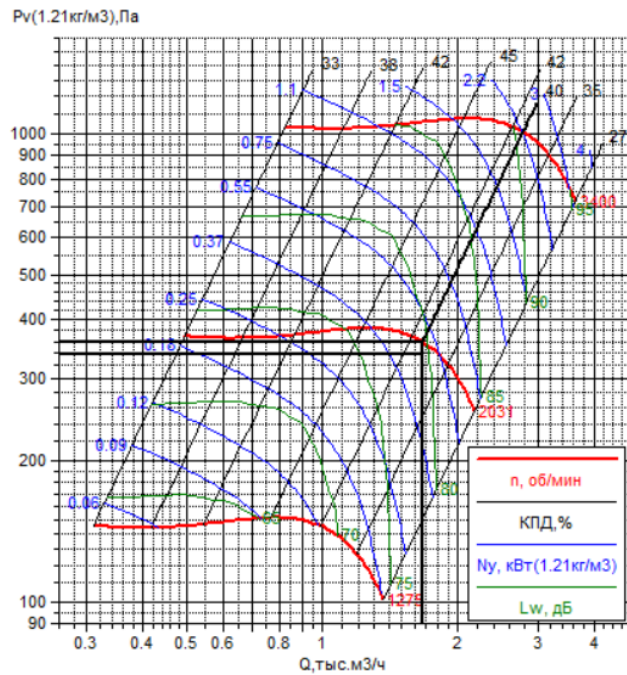


Рисунок Ж.1 – Характеристика вентилятора AND 160 L/R

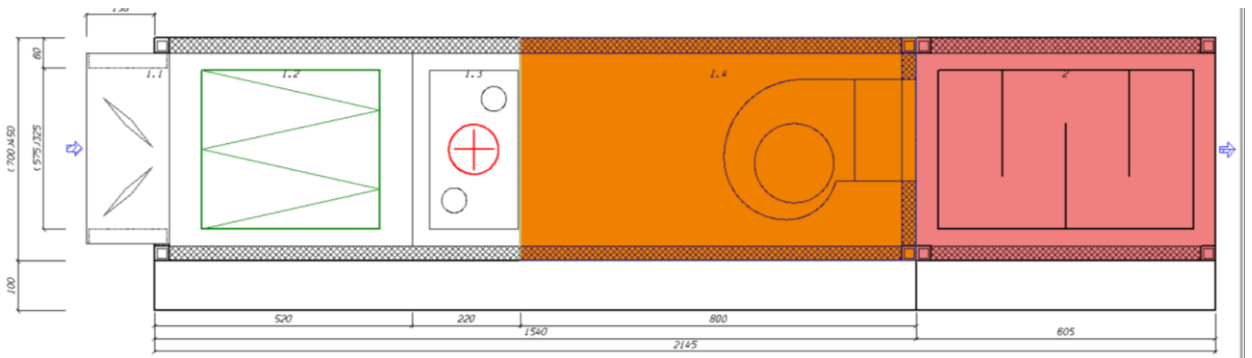


Рисунок Ж.2 – Схема приточной установки П1

## Продолжение приложения Ж

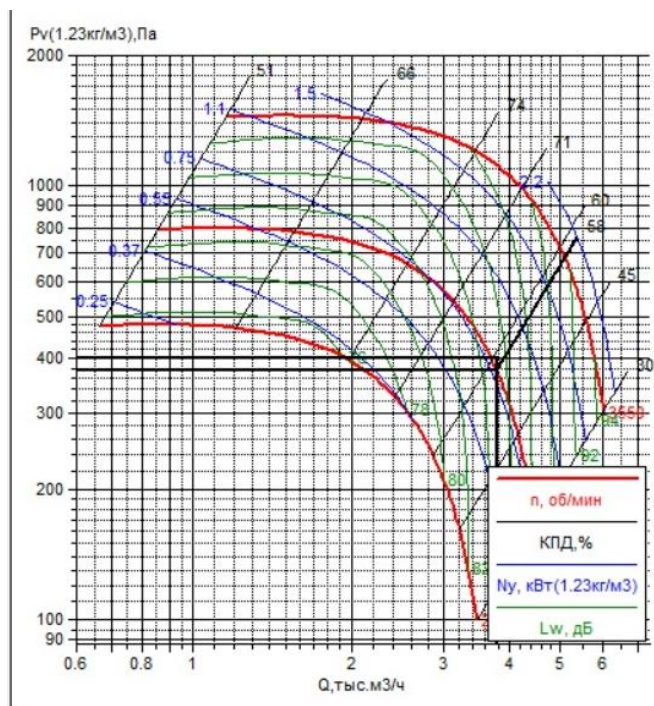


Рисунок Ж.3 – Характеристика вентилятора RDN 225 L/R

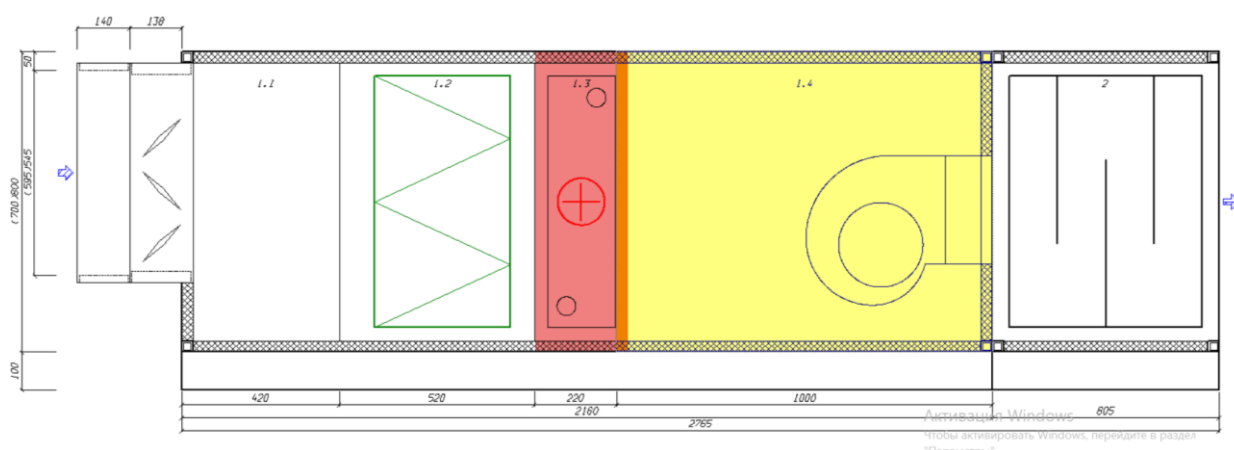


Рисунок Ж.4 – Схема приточной установки П2

## Продолжение приложения Ж

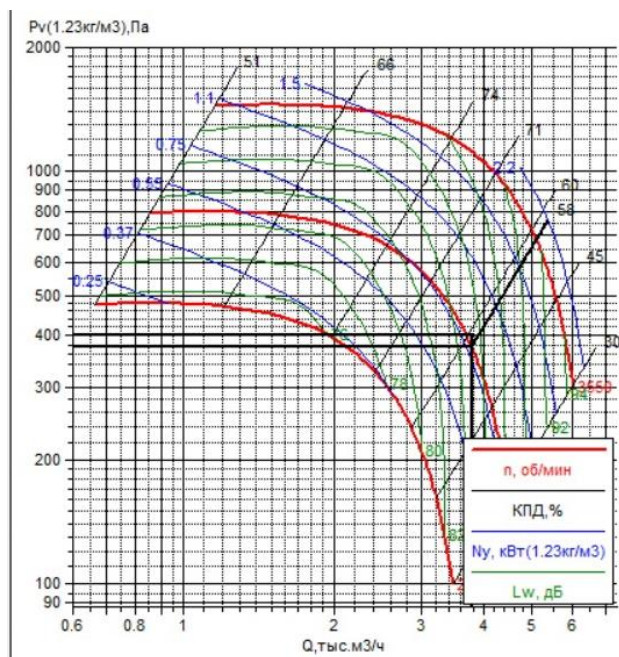


Рисунок Ж.5 – Характеристика вентилятора RDN 250 L/R

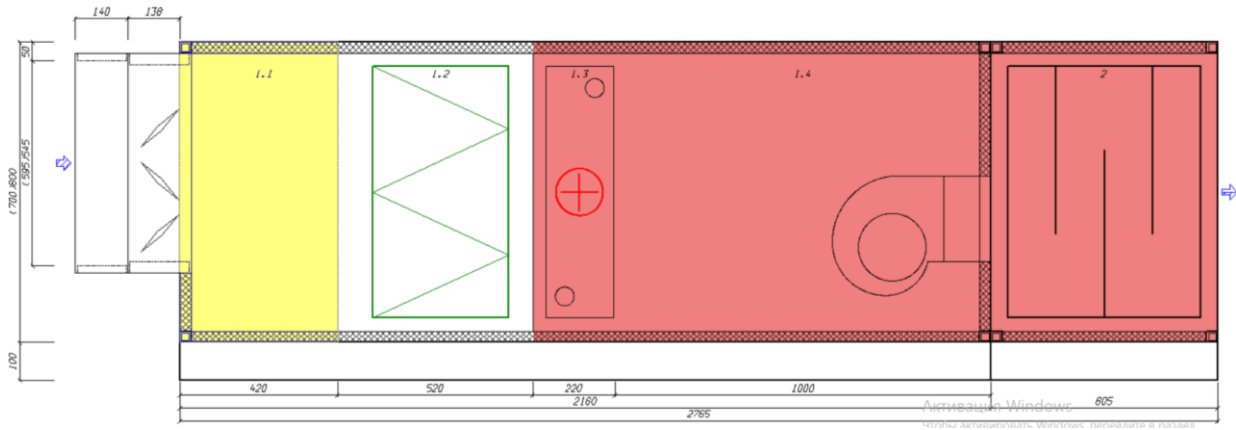


Рисунок Ж.6 – Схема приточной установки ПЗ

## Продолжение приложения Ж

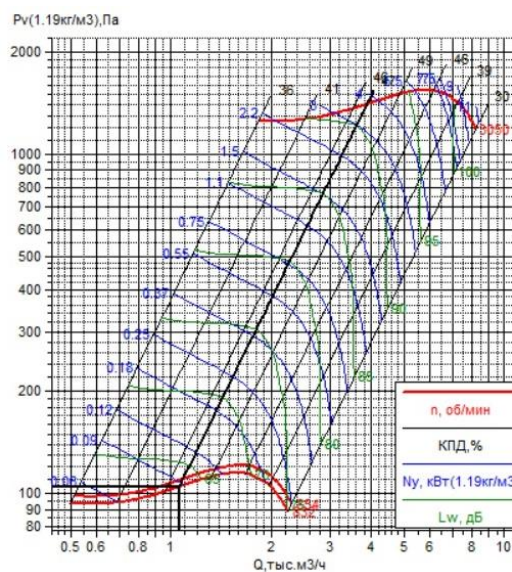


Рисунок Ж.7 – Характеристика вентилятора AND 160 L/R

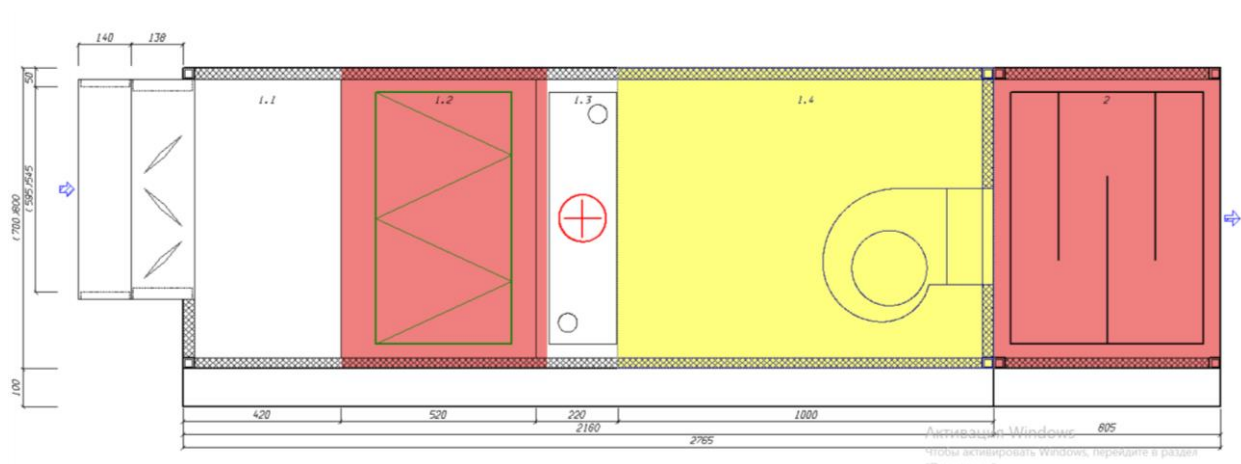


Рисунок Ж.8 – Схема приточной установки П4