

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

(ИНСТИТУТ)

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) "Строительство"

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение, вентиляция

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: г.о. Тольятти. Оздоровительный комплекс. Инженерные сети.

Студент

В.П. Чануквадзе

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

И.А. Живоглядова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент. М.Н. Кучеренко.

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2016г.

Тольятти 2016

(И.О. Фамилия)

«Тольяттинский государственный университет»

(ИНСТИТУТ)

(кафедра)

Зав. кафедрой ТГВВиВ

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 2016г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Студента Чануквадзе Вардо Паатовны

по теме г.о. Тольятти. Оздоровительный комплекс. Инженерные сети.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные для проектирования	18.04.2016 – 25.04.2016	18.04.2016 – 25.04.2016	Выполнено	
Теплоснабжение	25.04.2016 – 2.05.2016	25.04.2016 – 2.05.2016	Выполнено	
Вентиляция воздуха	2.05.2016 – 9.05.2016	2.05.2016 – 9.05.2016	Выполнено	
Водоснабжение и водоотведение	9.05.2016-16.05.2016	9.05.2016-16.05.2016	Выполнено	
Газоснабжение	16.05.2016-18.05.2016	16.05.2016-18.05.2016	Выполнено	
Контроль и автоматизация	19.05.2016-25.05.2016	19.05.2016-25.05.2016	Выполнено	
Организация строительных работ	26.05.2016-02.06.2016	26.05.2016-02.06.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность объекта	03.06.2016-9.06.2016	03.06.2016-9.06.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(ПОДПИСЬ)

(И.О. Фамилия)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе запроектированы внутренние инженерные системы для оздоровительного центра. Произведены такие расчеты как: теплотехнический расчет, расчет теплопотерь и составлен тепловой баланс здания, выполнен гидравлический расчет системы отопления и тепловой расчет отопительных приборов, выполнены расчеты систем приточной и вытяжной вентиляции, как с механическим побуждением, так и с естественным, а также, подобрано оборудование для системы вентиляции. Сконструированы и рассчитаны системы внутреннего водопровода, горячего водоснабжения и канализации. Также в работе приведены разделы автоматизации и безопасность и экологичность технического объекта.

К данной работе приложены чертежи, планы и схемы вышеперечисленных систем.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1.Исходные данные для проектирования.....	
2. Теплотехнический расчет.....	
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	
2.3 Определение теплотерь здания.....	
2.3 Определение тепlopоступлений в здание.....	
3. Теплоснабжение.....	
3.1 Конструирование системы отопления.....	
3.2 Горячее водоснабжение.....	
3.3 Расчет и подбор оборудования котельной.....	
4. Вентиляция воздуха.....	
4.1 Определение требуемых воздухообменов.....	
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование	
4.3 Аэродинамический расчет.....	
4.4 Расчет и подбор оборудования	
5. Водоснабжение и водоотведение.....	
5.1 Холодное водоснабжение.....	
5.2 Водоотведение.....	
6. Газоснабжение.....	
6.1 Конструирование системы газоснабжения.....	
6.2 Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения.....	
7. Контроль и автоматизация.....	
8. Организация монтажных работ.....	
9. Безопасность и экологичность технического объекта.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Санитарно-технические системы: отопление, вентиляция, газоснабжение, холодное и горячее водоснабжение являются составной частью инженерного оборудования.

Состояние воздушной среды в помещениях определяется системой отопления и вентиляции. Они совместно создают требуемые санитарно-гигиенические условия. Благодаря их совместной работе обеспечиваются комфортные условия.

Внутренний водопровод обеспечивает подачу воды ко всем водоразборным устройствам внутри здания в требуемом количестве и под необходимым напором. Горячее водоснабжение обеспечивает подачу воды на хозяйственные нужды.

Система канализации служит для удаления сточных вод от сантехнических приборов в системы дворовой канализации здания.

Целью данного проекта является проектирование и расчет внутренних инженерных систем.

Задачи проекта:

- 1) исходные данные проекта
- 2) теплотехнический расчет
- 3) Теплоснабжение
- 4) вентиляция воздуха
- 5) водоснабжение и водоотведение
- 6) газоснабжение
- 7) контроль и автоматизация
- 8) организация монтажных работ
- 9) безопасность и экологичность технического объекта

1 Исходные данные для проектирования

Параметры наружного воздуха

Проектируемый объект расположен в городе Тольятти, Самарской области, 53⁰ северной широты. Согласно [1] определяются климатические условия, которые представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Параметры наружного воздуха

Параметры	Размерность	Условное обозначение	Значение
Барометрическое давление	гПа	$p_{бар}$	995
Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92	°C	t_n	-30
Количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха меньше 8 °C	сутки	$Z_{от}$	203
Средняя температура наружного воздуха со средней суточной температурой воздуха меньше 8 °C	°C	$t_{от}$	-5,2
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	%	φ_n	84
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	$\mathcal{G}_n$	5,4
Самая низкая температура наружного воздуха	°C	t_1	-13,5
Зона влажности района строительства [2, прил. В]	-	-	сухая
Условия эксплуатации [2, табл.2]	-	-	А

Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха для проектируемого объекта, расположенного в городе Тольятти принимаются согласно [3]. Параметры внутреннего воздуха сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры внутреннего воздуха

Параметры	Размерность	Условное обозначение	Значение
Расчетная температура воздуха в жилых помещениях	°C	t_g	20
Расчетная температура воздуха подвала	°C	t_n	16
Расчетная температура воздуха гаража	°C	t_z	16
Расчетная температура воздуха кухни	°C	t_k	20
Расчетная температура воздуха санузла	°C	$t_{c/y}$	24
Расчетная температура воздуха тамбура	°C	t_k	16
Расчетная температура воздуха гардероба	°C	t_{gap}	18
Расчетная температура воздуха бассейна	°C	t_{bac}	27
Относительная влажность воздуха дома отдыха	%	φ	55
Относительная влажность воздуха бассейна [4]	%	φ	65
Относительная влажность воздуха ванной комнаты	%	φ	65
Относительная влажность воздуха подвала	%	φ	75
Влажностный режим помещения [2, табл. 1]	-	-	нормальный

Архитектурно-планировочное описание объекта

В данной работе запроектирован двухэтажный оздоровительный центр, который представляет собой дом отдыха повышенной комфортности в городе Тольятти. В доме имеется подвальное помещение, состоящее из кладовой, котельной, бельевой, гладильной и технического помещения. Котельная расположена между осями 2-3 и Г-Д. Также в здании имеется чердачное помещение, высота которого 2,1 м. К зданию пристроены гараж на два автомобиля и бассейн. Фасад здания ориентирован на юг. Высота здания в максимальной точке 8,7 м. Размеры в плане 19,68×13,55 м. Площадь здания 266,66 м². Площадь гаража 49,5 м², бассейна – 106,8 м². Вход в здание может осуществляться через основное крыльцо, которое находится на отметке 1,08 м

от уровня земли, а также со стороны террасы в осях Б-В. Высота помещения 2,8 м, толщина межэтажного перекрытия 0,3 м. Внутренние стены и перегородки выполнены из кирпича толщиной соответственно 380 мм и 120 мм. Размеры окон и балконных дверей приняты в соответствии с [5].

Материалы и их технические характеристики выбраны в соответствии с [2, табл. Т1.].

Состав ограждающих конструкций представлен в таблицах 3–7 и на рисунках 1–6.

Таблица 1.3 – Состав наружной стены дома

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Декоративная штукатурка	0,005	1600	0,7
2	Утеплитель - пенополистирол	х	до 10	0,052
3	Кладка из глиняного кирпича на цементно-перлитовом растворе	0,38	1600	0,58
4	Цементно-песчаный раствор	0,012	1600	0,7

Таблица 1.4 – Состав чердачного перекрытия

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Монолитная железобетонная плита	0,24	2500	1,92
2	Два слоя рубероида (пергамина)	0,004	600	0,17
3	Утеплитель– керамзитовый гравий	х	200	0,10
4	Цементно-песчаный раствор	0,01	1800	0,76

Таблица 1.5 – Состав пола подвала

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Уплотненный грунт с втрамбованным в него слоем щебня	0,06	2400	1,74
2	Монолитная железобетонная плита	0,24	2500	1,92
3	Два слоя рубероида (пергамина)	0,004	600	0,17
4	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,76
5	Плитка керамическая	0,015	2000	0,93

Таблица 1.6 – Состав наружной стены бассейна

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Декоративная штукатурка	0,005	1600	0,7
2	Утеплитель - пенополистирол	х	до 10	0,052
3	Кладка из глиняного кирпича на цементно-перлитовом растворе	0,38	1600	0,58
4	Цементно-песчаный раствор	0,012	1600	0,7
5	Плитка керамическая	0,015	2000	0,93

Таблица 1.7 – Состав перекрытия над подвалом бассейна

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Монолитная железобетонная плита	0,24	2500	1,92
2	Утеплитель – пенополистирол	х	125	0,064
3	Цементно-песчаный раствор	0,012	1600	0,7
5	Плитка керамическая	0,015	2000	0,93

Таблица 1.8 – Состав бесчердачного покрытия гаража

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ Вт/(м·°С)
1	Монолитная железобетонная плита	0,24	2500	1,92
2	Два слоя рубероида	0,004	600	0,17
3	Утеплитель - пенополистирол	х	До 10	0,052
4	Цементно-песчаный раствор	0,015	1800	0,76
5	Водоизоляционный ковер – битум	0,018	1400	0,27

2 Теплотехнический расчет

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций выполняется в соответствии с [2] и из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше нормируемого значения, т.е.:

$$R_0 \geq R_0^{mp} \quad (2.1)$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций определяется в зависимости от градусо-суток района строительства и определяется по формуле:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом}}) \cdot Z_{\text{ом}} \quad (2.2)$$

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

$t_{\text{ом}}, Z_{\text{ом}}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по [2].

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций определяется интерполяцией по [2, табл.3].

Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций определяется по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (2.3)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С) принимается по [2, табл. 4];

$\sum \frac{\delta}{\lambda}$ – сумма теоретических сопротивлений слоев конструкции, м²·°С/Вт

где λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С)

δ – толщина ограждающей конструкции, м

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимается по [2, табл. 6].

При выборе приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций вводится поправка на однородность материала.

$$r = r_1 \cdot r_2 \quad (2.4)$$

где r_1 – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий крепление утеплителя и толщину слоя утеплителя, а также его плотность;

r_2 – наличие оконных откосов в стенах, применяется 0,9.

Для кладки из глиняного кирпича на цементно-перлитовом растворе с плотностью $\rho = 1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ коэффициент теплотехнической однородности $r_1 = 0,95$ [6].

Зная приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0} \quad (2.5)$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче окон и балконных дверей определяется также по градусо-суткам отопительного периода [2, табл. 3]. Далее по [2, табл. К1] выбирается конструкция окна и приведенное сопротивление теплопередаче.

Нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей определяется по формуле:

$$R_0^{БД} = 1,5 \cdot R_0^{ОК} \quad (2.6)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей находится по формуле:

$$R_0^{НД} = 0,6 \cdot \frac{t_e - t_n}{\alpha_e \cdot \Delta t^n} \quad (2.7)$$

где t_n – расчетная температура наружного воздуха, °С.

$\Delta t''$ – максимальный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимается по [2, табл.5].

Определение ГСОП по формуле 2.2:

$$ГСОП = (20 - (-5,2)) \cdot 203 = 5116 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}$$

Теплотехнический расчет наружных стен

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода методом интерполирования по [2, табл.3]:

$$R_0^{mp} = 3,191 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

По формуле 2.4 поправка на однородность материала будет равна

$$r = 0,98 \cdot 0,9 = 0,882$$

Тогда толщина утеплителя находится:

$$\frac{3,191}{0,882} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{\delta}{0,052} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23}$$
$$\delta = 0,145 \text{ м}$$

В соответствии с [7] принимается толщина утеплителя 0,15 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{1}{23} = 3,732 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Условие 2.1 выполняется

По формуле (2.6) определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{3,732} = 0,268 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Теплотехнический расчет наружных стен бассейна

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{mp} = 3,161 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

По формуле 2.5 найдем толщину утеплителя:

$$\frac{3,191}{0,882} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{\delta}{0,052} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{23}$$
$$\delta = 0,144 \text{ м}$$

В соответствии с [7] принимается толщина утеплителя 0,15 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,739 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

Условие 2.1 выполняется.

$$k = \frac{1}{3,739} = 0,267 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Теплотехнический расчет чердачного перекрытия

По [2, табл.3] нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{\text{нр}} = 4,202 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

Определим толщину утеплителя по формуле 2.3:

$$4,202 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{\delta}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{12}$$
$$\delta = 0,38 \text{ м}$$

В соответствии с [8] подбирается толщина утеплителя 0,4 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,4}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{12} = 4,431 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

Условие 2.1 выполняется.

По формуле 2.6 определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{4,431} = 0,228 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия гаража

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{np} = 4,202 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

Определим толщину утеплителя по формуле 2.3:

$$4,202 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{\delta}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,018}{0,27} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,197 \text{ м}$$

В соответствии с [8] подбирается толщина утеплителя 0,2 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,4}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,018}{0,27} + \frac{1}{23} = 4,257 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{4,257} = 0,235 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Теплотехнический расчет чердачного перекрытия бассейна

По [2, табл.3] нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{np} = 3,588 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

Определим толщину утеплителя по формуле 2.3:

$$3,588 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{\delta}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{12}$$

$$\delta = 0,32 \text{ м}$$

В соответствии с [8] подбирается толщина утеплителя 0,35 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,35}{0,1} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{12} = 3,883 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{3,883} = 0,257 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

Теплотехнический расчет перекрытия над подвалом бассейна

Коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху находится по формуле:

$$n = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \quad (2.8)$$

$$n = \frac{27 - 16}{27 - (-30)} = 0,754$$

Тогда, с учетом коэффициента нормируемое значение сопротивления теплопередаче будет равно:

$$R_0^{mp} = 4,215 \cdot 0,754 = 3,178 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

Определим толщину утеплителя по формуле 2.3:

$$3,178 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{\delta}{0,052} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{6}$$

$$\delta = 0,142 \text{ м}$$

В соответствии с [8] подбирается толщина утеплителя 0,15 м.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по формуле 2.3:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{1,92} + \frac{0,15}{0,052} + \frac{0,012}{0,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{6} = 3,324 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{3,324} = 0,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

Теплотехнический расчет окон

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{mp} = 0,53 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$$

По [2.табл. К.1] выбирается следующая конструкция: двухкамерный стеклопакет с одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздуха, расстояние между стеклами 10 мм и 10мм.

$$R_0^{OK} = 0,64 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 определяется коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{0,64} = 1,563 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Теплотехнический расчет балконных дверей

По формуле 2.7 нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей:

$$R_0^{БД} = 1,5 \cdot 0,64 = 0,96 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{0,96} = 1,042 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Теплотехнический расчет наружных дверей и ворот

Приведенное сопротивление теплопередачи наружных дверей и ворот:

$$R_0^{НД} = 0,6 \cdot \frac{16 - (-30)}{8,7 \cdot 4} = 0,863 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$$

По формуле 2.6 коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{0,863} = 1,159 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$$

Все расчеты сводятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающих конструкций	Толщина утепляющего слоя, δ , м	Толщина ограждающей конструкции δ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 = \text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C/Вт}$	Коэффициент теплопередачи k , $\text{Вт/(м}^2 \cdot ^\circ \text{C)}$
1	2	3	4	5
Наружная стена	0,15	0,552	3,732	0,268
Наружная стена бассейна	0,15	0,562	3,739	0,267
Чердачное перекрытие	0,4	0,658	4,431	0,228

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Бесчердачное покрытие гаража	0,2	0,481	4,257	0,235
Перекрытие над подвалом бассейна	0,15	0,417	3,324	0,3
Чердачное перекрытие бассейна	0,35	0,608	3,883	0,257
Окно	Двухкамерный стеклопакет с одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздуха, расстояние между стеклами 10 мм и 10мм		0,64	1,563
Наружная дверь			0,863	1,159
Балконная дверь	Балконная дверь двухкамерный стеклопакет с одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздуха, расстояние между стеклами 10 мм и 10мм		0,96	1,042

2.2 Определение теплотерь здания

Составляется тепловой баланс, который имеет следующий вид:

$$Q_0 = \sum Q \cdot (1 + \sum \beta) + Q_{инф} - Q_{быт} \quad (2.9)$$

где $\sum Q \cdot (1 + \sum \beta)$ – потери тепла через наружные ограждающие конструкции, вычисленные с учетом поправок на ориентацию, Вт;

$Q_{инф}$ – потери тепла за счет инфильтрации, Вт;

$Q_{быт}$ – тепловой поток от бытовых источников теплоты, Вт:

$$Q_{быт} = q_{быт} \cdot F_{пол} \quad (2.10)$$

где $q_{быт}$ – величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений, Вт/м², по [2].

$F_{пол}$ – полезная площадь помещения, м²;

Расход тепла на нагревание инфильтрационного воздуха:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot c \cdot \rho \cdot \sum G \cdot \Delta t \cdot k \quad (2.11)$$

где c – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°C), $c = 1,005$ кДж/(кг·°C);

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

$\sum G$ – суммарный расход инфильтрационного воздуха через ограждающие конструкции;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимается равным 0,8.

Расчет воздухопроницания ограждающих конструкций бассейна ведется согласно [2].

В помещениях с естественной вытяжной вентиляцией количество тепла на нагревание инфильтрационного воздуха определяется по формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot c \cdot \rho \cdot L \cdot \Delta t \cdot k \quad (2.12)$$

L – расчетный расход воздуха, м³/ч, принимаемый 3 м³/час на 1 м² площади.

Расчет теплотерь сведен в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет теплотерь

№ помещения	Наименование помещения, температура t _в , °C	Ограждающие конструкции							основные теплотери через ограждения, Вт	Добавочные		коэффициент	Теплотери			
		наименование	ориентация	размеры, м		площадь, м ²	коэффициент теплопередачи	Δt * n		на ориентацию	прочие		через ограждения	на инфильтрацию	бытовые	расчетные
				а	в											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
001	Кладовая, 16	НС1	Ю	5,14	1,08	5,6	0,268	46	68	0		1	68			
		стена	I зона	4,59	1,72	7,9	0,437	46	163	0		1	163			
		ПЛ	I зона	-	-	4,6	0,452	46	95	0		1	95			
		ПЛ	II зона	-	-	10,6	0,227	46	110	0		1	110			
		ПЛ	III зона	-	-	2,6	0,115	46	13	0		1	13			
													450	0	0	450
002	Котельная, 16	НС1	З	1,85	1,08	2,0	0,268	46	25	0,05		1,05	26			
		НС2	С	2,19	1,08	3,0	0,268	46	37	0,1		1,1	41			
		ДО	С	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,1		1,1	52			
		стена	I зона	4,05	1,72	7,0	0,437	46	215	0		1	215			
		ПЛ	I зона	-	-	2,2	0,452	46	56	0		1	56			
		ПЛ	II зона	-	-	10,8	0,227	46	113	0		1	113			
		ПЛ	III зона	-	-	2,5	0,115	46	13	0		1	13			
													516	667	222	960
003	Бельевая, 16	НС1	Ю	4,82	1,08	5,2	0,268	46	64	0		1	64			
		НС2	В	4,4	1,08	4,8	0,268	46	59	0,1		1,1	64			
		стена	I зона	8,12	1,72	14,0	0,437	46	359	0		1	359			
		ПЛ	I зона	-	-	2,2	0,452	46	57	0		1	57			
		ПЛ	II зона	-	-	11,1	0,227	46	116	0		1	116			
		ПЛ	III зона	-	-	3,1	0,115	46	16	0		1	16			
													678	0	0	678

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
004	Коридор, 16	НС1	С	3,68	1,08	4,0	0,268	46	49	0,1		1,1	54			
		НС2	Ю	4,27	1,08	4,6	0,268	46	57	0		1	57			
		НС3	В	1,75	1,08	1,9	0,268	46	23	0,1		1,1	26			
		стена	I зона	8,66	1,72	14,9	0,437	46	378	0		1	378			
		ПЛ	I зона	-	-	2,6	0,452	46	66	0		1	66			
		ПЛ	II зона	-	-	22,2	0,227	46	232	0		1	232			
		ПЛ	III зона	-	-	15,0	0,115	46	79	0		1	79			
													891	1746	0	2637
005	Гладильная, 16	НС	С	2,81	1,08	1,9	0,268	46	23	0,1		1,1	25			
		ДО	С	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,1		1,1	52			
		стена	I зона	2,69	1,72	4,6	0,437	46	95	0		1	95			
		ПЛ	I зона	-	-	0,8	0,452	46	16	0		1	16			
		ПЛ	II зона	-	-	6,4	0,227	46	67	0		1	67			
		ПЛ	III зона	-	-	2,8	0,115	46	15	0		1	15			
													269	475	158	586
006	Хранение лекарств, 16	НС1	С	2,05	1,08	1,6	0,268	46	19	0,1		1,1	21			
		НС2	В	1,75	1,08	1,9	0,268	46	23	0,1		1,1	26			
		НС3	С	3,11	1,08	3,4	0,268	46	41	0,1		1,1	46			
		НС4	В	4,11	1,08	3,8	0,268	46	47	0,1		1,1	51			
		НС5	Ю	3,11	1,08	3,4	0,268	46	41	0		1	41			
		ДО	С	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,1		1,1	52			
		ДО	В	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,1		1,1	52			
		стена	I зона	11,06	1,72	19,0	0,437	46	748	0		1	748			
		ПЛ	I зона	-	-	3,0	0,452	46	120	0		1	120			
		ПЛ	II зона	-	-	12,7	0,227	46	132	0		1	132			
													1289	729	0	2018

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
А	ЛК, 16	ПЛ	I зона	-	-	1,0	0,452	46	21	0		1	21			
		ПЛ	II зона	-	-	7,3	0,227	46	76	0		1	76			
		ПЛ	III зона	-	-	7,7	0,115	46	41	0		1	41			
		ПЛ	IV зона	-	-	0,7	0,07	46	4	0		1	4			
													141	0	0	141
101	Досуговая, 20	НС1	Ю	5,14	3,1	13,8	0,268	50	185	0		1	185			
		ДО	Ю	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0		1	168			
													353	886	272	967
102	Кабинет, 20	НС1	З	1,85	3,1	5,7	0,268	50	77	0,05	0,1	1,15	88			
		НС2	С	2,19	3,1	4,6	0,268	50	62	0,1	0,05	1,15	72			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0,1	0,05	1,15	193			
													353	761	234	880
103	с/у, 24	НС	С	2,86	3,1	6,7	0,268	54	97	0,1		1,1	107			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	54	181	0,1		1,1	199			
													306	428	122	613
104	Буфетная зона, 20	НС	С	3,37	3,1	8,3	0,268	50	111	0,1		1,1	122			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0,1		1,1	184			
													307	495	152	650
105	Обеденная зона, 20	НС1	С	2,05	3,1	4,5	0,268	50	60	0,1	0,05	1,15	69			
		НС2	В	1,75	3,1	5,4	0,268	50	73	0,1	0,05	1,15	84			
		НС3	С	3,11	3,1	9,6	0,268	50	129	0,1	0,05	1,15	149			
		НС4	В	4,11	3,1	10,2	0,268	50	136	0,1	0,05	1,15	157			
		НС5	Ю	3,11	3,1	9,6	0,268	50	129	0	0,1	1,1	142			
		НС6	В	1,75	3,1	5,4	0,268	50	73	0,1	0,05	1,15	84			
		НС7	Ю	4,27	3,1	13,2	0,268	50	177	0	0,1	1,1	195			
		БД	С	0,87	2,17 5	1,9	1,042	50	99	0,1	0,05	1,15	113			
		ДО	В	1,46	1,77	2,6	1,563	50	202	0,1	0,05	1,15	232			
		ДО	Ю	1,46	1,77	2,6	1,563	50	202	0	0,1	1,1	222			
													1446	1507	462	2490

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
106	Тамбур, 16	НС	Ю	2,86	3,1	5,7	0,268	46	70	0		1	70			
		НД	Ю	2,09	1,518	3,2	1,159	46	169	0	3,094	4,1	691			
													761	436	146	1052
107	Гардероб, 18	НС1	В	4,40	3,1	13,6	0,268	48	176	0,1	0,05	1,15	202			
		НС2	Ю	1,96	3,1	6,1	0,268	48	78	0	0,1	1,1	86			
													288	260	83	465
201	Спальня, 20	НС1	Ю	5,142	2,8	12,3	0,268	50	164	0	0,1	1,1	181			
		НС2	З	4,402	2,8	10,2	0,268	50	136	0,05	0,1	1,15	157			
		ДО	Ю	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0	0,1	1,1	184			
		ДО	З	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0,05	0,1	1,15	193			
		БД	З	0,85	2,175	1,8	1,042	50	96	0,05	0,1	1,15	111			
		ПТ	-	3,85	4,59	17,7	0,228	45	181	0		1	181			
													1007	886	272	1621
202	Игровая, 20	НС1	З	3,906	2,8	10,9	0,268	50	147	0,05	0,1	1,15	169			
		НС2	С	5,142	2,8	12,3	0,268	50	164	0,1	0,05	1,15	189			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0,1	0,05	1,15	193			
		ПТ	-	3,55	4,59	16,3	0,228	45	167	0		1	167			
													717	787	242	1263
203	с/у, 24	НС	С	2,86	2,8	5,9	0,268	54	85	0,1		1,1	93			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	54	181	0,1		1,1	199			
		ПТ	-	2,91	2,86	8,3	0,228	48,6	92	0		1	92			
													385	434	0	818
204	с/у, 24	НС	С	3,2	2,8	6,8	0,268	54	99	0,1		1,1	108			
		ДО	С	1,46	1,47	2,1	1,563	54	181	0,1		1,1	199			
		ПТ	-	-	-	8,8	0,228	48,6	98	0		1	98			
													405	450	0	856
205	Гардероб-ная, 20	НС1	С	2,51	2,8	5,3	0,268	50	71	0,1	0,05	1,15	82			
		НС2	В	1,75	2,8	4,9	0,268	50	66	0,1	0,05	1,15	76			
		ДО	С	1,46	1,17	1,7	1,563	50	133	0,1	0,05	1,15	154			
		ПТ	-	1,6	1,96	3,1	0,228	45	32			1	32			
													343	156	48	452

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
206	Спальня, 20	НС1	В	6,66	2,8	14,2	0,268	50	190	0,1	0,05	1,15	218			
		НС2	Ю	4,27	2,8	12,0	0,268	50	160	0	0,1	1,1	176			
		ДО	В	1,46	1,77	2,6	1,563	50	202	0,1	0,05	1,15	232			
		БД	В	0,87	2,175	1,9	1,042	50	99	0,1	0,05	1,15	113			
		ПТ	-	-	-	18,3	0,228	45	188	0		1	188			
													928	949	291	1586
207	Холл, 20	ПТ	-	-	-	8,9	0,228	45	92	0		1	92			
													92	418	142	367
208	Спальня, 20	НС1	В	4,4	2,8	12,3	0,268	50	165	0,1	0,05	1,15	190			
		НС2	Ю	4,82	2,8	11,3	0,268	50	152	0	0,1	1,1	167			
		ДО	Ю	1,46	1,47	2,1	1,563	50	168	0	0,1	1,1	184			
		ПТ	-	5,5	4,27	23,5	0,228	45	241	0		1	241			
													783	1131	347	1567
А	ЛК, 20	НС	З	3,5	2,8	9,8	0,268	50	131	0,05		1,05	138			
		ПТ	-	3,5	4,59	16,1	0,228	45	165	0		1	165			
													303	756	0	1059
гараж	гараж, 16	НС	Ю	1,84	3,7	6,8	0,268	46	84	0	0,1	1,1	92			
		НС	В	1,48	3,7	5,5	0,268	46	68	0,1	0,05	1,15	78			
		НС	Ю	3,82	3,7	14,1	0,268	46	174	0	0,1	1,1	192			
		НС	З	11,4	3,7	36,9	0,268	46	455	0,05	0,1	1,15	524			
		НС	С	5,1	3,7	18,9	0,268	46	233	0,1	0,05	1,15	268			
		ПТ	-	-	-	49,5	0,235	46	535	0	0	1	535			
		ПЛ	I зона	-	-	41,2	0,185	46	351	0	0	1	351			
		ПЛ	II зона	-	-	10,7	0,132	46	65	0	0	1	65			
		ДО	З	1,46	1,77	5,2	1,563	46	372	0,05	0,1	1,15	427			
		ВР	Ю	1,5	3,64	5,5	1,159	46	291	0	8,4	9,4	2736			
													4852	1928	0	6779

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
бассейн	бассейн, 27	НС1	В	5,97	1,08	4,7	0,268	46	59	0,1	0,05	1,15	67			
		НС2	ЮВ	6,31	1,08	6,2	0,268	46	76	0,05	0,1	1,15	87			
		НС3	СВ	9,65	1,08	9,8	0,268	46	120	0,1	0,05	1,15	138			
		НС4	СЗ	9,10	1,08	9,8	0,268	46	121	0,1	0,05	1,15	139			
		НС5	З	7,31	1,08	7,9	0,268	46	97	0,05	0,1	1,15	112			
		НС6	ЮВ	4,70	1,08	5,1	0,268	46	63	0,05	0,1	1,15	72			
		НС8	З	2,61	1,08	2,8	0,268	46	35	0,05	0,1	1,15	40			
		НС	I зона	-	-	95,1	0,437	46	1964	0	0	1	1964			
		ПЛ	I зона	-	-	11,8	0,185	46	129	0	0	1	129			
		ПЛ	II зона	-	-	62,9	0,132	46	381	0	0	1	381			
		ПЛ	III зона	-	-	18,3	0,08	46	71	0	0	1	71			
		ДО	ЮВ	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,05	0,1	1,15	54	45		
		ДО	СВ	0,56	1,17	0,7	1,563	46	47	0,1	0,05	1,15	54			
		НД	В	0,91	1,87	1,7	1,159	54	107	0,1	1,69	2,786	297	159		
															3606	204
	бассейн, 27	НС	В	5,97	3,458	20,7	0,267	57	314	0,1	0,05	1,15	361			
		НС	ЮВ	6,31	3,458	16,7	0,267	57	253	0,05	0,1	1,15	291			
		НС	СВ	9,65	3,458	25,6	0,267	57	390	0,1	0,05	1,15	448			
		НС	СЗ	9,10	3,458	26,3	0,267	57	400	0,1	0,05	1,15	460			
		НС	З	7,31	3,458	25,3	0,267	57	385	0,05	0,1	1,15	442			
		НС	ЮВ	4,70	3,458	16,3	0,267	57	247	0,05	0,1	1,15	284			
		НС	З	2,61	3,458	9,0	0,267	57	137	0,05	0,1	1,15	158			
		ПЛ	-	-	-	79,8	0,3	57	1365	0	0	1	1365			
		ПТ	-	-	-	106,8	0,257	51,3	1408	0	0	1	1408			
		ДО	ЮВ	1,46	1,77	5,2	1,563	57	460	0,05	0,1	1,15	530			
		ДО	СВ	1,46	1,77	7,8	1,563	57	691	0,1	0,05	1,15	794			
		ДО	СЗ	1,46	1,77	5,2	1,563	57	460	0,1	0,05	1,15	530			
													6190	0	0	6190

2.3 Определение тепlopоступлений в здание

Расчет тепlopоступлений ведется для бассейна.

Тепlopоступления от людей зависят от тяжести выполняемой работы и температуры воздуха в помещении. Кол-во теплоты, поступающее в помещение от людей, определяется по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n \cdot (1 - k) \quad (2.13)$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел, принимается по [9, табл. 2.2];

n – количество человек, одновременно находящихся в помещении, $n = 10$ человек;

k – коэффициент, учитывающий долю времени, проводимую пловцами в бассейне.

Определим тепlopоступления для теплого и холодного периодов:

$$Q_{\text{л}}^{\text{ХП}} = 55 \cdot 10 \cdot (1 - 0,33) = 369 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{л}}^{\text{ТП}} = 50 \cdot 10 \cdot (1 - 0,33) = 335 \text{ Вт}$$

Тепловыделения от источников искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} \quad (2.14)$$

где E – освещенность, Лк, $E = 150$ Лк;

F – площадь пола помещения, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Лк})$, $q_{\text{осв}} = 0,076 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Лк})$;

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепла, поступающего в помещение, равно 0,45.

$$Q_{\text{осв}} = 106,8 \cdot 150 \cdot 0,076 \cdot 0,45 = 548 \text{ Вт}$$

Тепlopоступления от обходных дорожек:

$$Q_{\text{од}} = \alpha_{\text{од}} \cdot F_{\text{пл}} \quad (2.15)$$

где $\alpha_{\text{од}}$ – коэффициент теплоотдачи обходных дорожек, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, равен 10;

$F_{\text{пл}}$ – площадь обходных дорожек, м^2 .

$$Q_{od} = 10 \cdot 27,6 = 276 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от солнечной радиации ведется в соответствии с [9, табл. 2.10]. Количество тепла, поступающего в помещение в теплый период года через световые проемы, рассчитывается по формуле:

$$Q_{сол} = (q_{еп} + q_{ер}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{сз} \quad (2.16)$$

где $q_{еп}$ – поступление тепла от прямой солнечной радиации, Вт;

$q_{ер}$ – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации, Вт;

F_0 – площадь светового проема, м²;

k_1 – коэффициент, учитывающий затемнение остекления и загрязнение атмосферы;

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

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

Расчет солнечной радиации представлен в приложении А.

Тепловой баланс

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

Для определения расчетной тепловой способности системы производится расчет избытков теплоты в помещении путем суммирования всех теплопоступлений и теплопотерь с учетом знака:

$$Q_{л} + Q_{осв} + Q_{od} + Q_{с.р.} + Q_{пр} - Q_{огр} - Q_{инф} - Q_{пр} + Q_{отоп} \pm Q_{вент} = 0 \quad (2.17)$$

где $Q_{пр}$ – прочие теплопотери, принимаемые в размере 5% от суммы теплопотерь, Вт.

В холодный период года:

$$Q_{вент} = 369 + 548 + 276 + 0 + 60 - 6586 - 0 - (6190 + 396) = 1253 \text{ Вт}$$

В теплый период года:

$$Q_{вент} = 335 + 0 + 276 + 3010 + 170 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 = 3800 \text{ Вт}$$

Поступление влаги

Таблица 2.3 – Расчет поступления влаги в теплый период

№	Наименование	Ед. изм.	Формула	Расчет
1	Влаговыделения от людей, W_l	г/чел	$q \cdot N \cdot 0,67$	$200 \cdot 10 \cdot 0,67 = 1340$
2	Поступление влаги с поверхности бассейна, W_b	кг/ч	$\frac{A \cdot F \cdot \sigma_{nc} \cdot (d_w - d_e)}{1000}$	$\frac{1,5 \cdot 30 \cdot 26,9 \cdot (20 - 14,1)}{1000} = 7,1$
Поступление влаги с обходных дорожек				
3	Количество испаряемой влаги, W_{od}	кг/ч	$6,1 \cdot (t_e - t_{mn}) \cdot F \cdot k$	$6,1 \cdot (27 - 22) \cdot 27,6 \cdot 0,45 = 379$
4	Общие поступления влаги, W	кг/ч	$W_l + W_b + W_{od}$	$1,34 + 7,1 + 0,379 = 9$

Обозначения в таблице:

q – удельное выделение влаги одним человеком, г/чел;

A – коэффициент, учитывающий интенсификацию испарения с поверхности воды при наличии купающихся по сравнению со спокойной поверхностью, равен 1,5;

σ_{nc} – коэффициент испарения, определяется по формуле:

$$\sigma_{nc} = 25 + 19 \cdot \mathcal{J} \quad (2.18)$$

где $\mathcal{J}$ – подвижность воздуха над ванной бассейна, $\mathcal{J} = 0,1$ м/с;

$$\sigma_{nc} = 25 + 19 \cdot 0,1 = 26,9 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч})$$

d_w – влагосодержание, г/кг, при температуре поверхности ванны.

Принимается по I-d диаграмме;

d_e – влагосодержание, г/кг, при температуре внутреннего воздуха.

Принимается по I-d диаграмме.

t_{mn} – температура мокрого термометра, °С, определяется по I-d диаграмме;

k – коэффициент, учитывающий долю смачивания обходных дорожек, равен 0,45.

Таблица 2.4 – Расчет поступления влаги в холодный период

№	Наименование	Ед. изм.	Формула	Расчет
1	Влаговыделения от людей, $W_{л}$	г/чел	$q \cdot N \cdot 0,67$	$200 \cdot 10 \cdot 0,67 = 1340$
2	Поступление влаги с поверхности бассейна, $W_{б}$	кг/ч	$\frac{A \cdot F \cdot \sigma_{ис} \cdot (d_w - d_в)}{1000}$	$\frac{1,5 \cdot 30 \cdot 26,9 \cdot (20 - 11,1)}{1000} = 10,8$
Поступление влаги с обходных дорожек				
3	Количество испаряемой влаги, $W_{од}$	кг/ч	$6,1 \cdot (t_в - t_{мн}) \cdot F \cdot k$	$6,1 \cdot (27 - 21,7) \cdot 27,6 \cdot 0,45 = 402$
4	Общие поступления влаги, W	кг/ч	$W_{л} + W_{б} + W_{од}$	$1,34 + 10,8 + 0,402 = 12,5$

3 Теплоснабжение

3.1 Конструирование системы отопления

Для данного объекта запроектирована двухтрубная система отопления с нижней разводкой и тупиковым движением теплоносителя. Теплоноситель подается от внутридомовой котельной. Параметры теплоносителя $t_1 = 80^\circ\text{C}$, $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В здании имеется 5 веток на отопление: подвала, первого и второго этажей, гаража, бассейна и на «теплый пол». «Теплый пол» запроектирован в с/у, в обеденной и видеозоне, а также в бассейне для комфортных условий. Магистраль трубопроводов прокладывается с уклоном 0,002 в сторону котельной. Уклоны трубопроводов служат для обеспечения движения воздуха к местам его удаления и самотечного слива воды из труб.

В качестве отопительных приборов к установке приняты алюминиевые секционные радиаторы «Rovall». На каждом радиаторе предусмотрена установка терморегулирующего вентиля, шарового крана и крана Маевского, который предназначен для выпуска воздуха из системы.

Система отопления выполнена из полипропилена PPR. Трубопроводы на первом и втором этаже прокладываются в конструкции пола. Проход через перекрытия и стены выполнены в гильзах. Система «теплый пол» выполнена из металлопластиковых труб диаметром 16x2 мм, прокладываемых шагом 200 мм. Параметры теплоносителя 40/35°C. Гидравлическая увязка контуров системы «теплый пол» осуществляется с помощью регулировочных вентилей в коллекторах.

На каждый контур подобран насос, технические характеристики которого представлены в приложении Е.

Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления

Гидравлический расчет системы отопления выполняется способом удельных потерь давления на трение. Целью гидравлического расчета теплопроводов является подбор диаметров трубопроводов, при которых на всех расчетных

участках системы расход теплоносителя обеспечивает заданные тепловые нагрузки приборов. При этом сумма потерь давления в системе не должна превышать 90-95% расчетного циркуляционного давления, т.е.:

$$\sum \Delta p_{\text{сис}} = (0,9 - 0,95) \cdot \Delta p_p \quad (3.1)$$

где Δp_p – расчетное циркуляционное давление, Па, которое равно давлению, создаваемому насосом:

$$\Delta p_p = \Delta p_n \quad (3.2)$$

где Δp_n – давление, создаваемое насосом, определяется по каталогам производителя [10].

Расход, подаваемой воды на расчетном участке, определяется по формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_e - t_0)} \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{уч}}$ – тепловая нагрузка соответствующего участка, Вт;

β_1 – коэффициент, учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов по мощности. Принимается по [10, табл. 9.4]. Принято значение $\beta_1 = 1,05$;

β_2 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора, принимается по [11, табл. 9.5]. Принято значение $\beta_2 = 1,03$.

Средние удельные потери давление на трение находятся по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{(1 - k) \cdot \Delta p_p \cdot 0,9}{\sum l_{\text{зук}}} \quad (3.4)$$

где k – коэффициент, учитывающий долю потери давления на местные сопротивления от общей величины расчетного циркуляционного давления, $k = 0,35$.

$l_{\text{зук}}$ – длина главного циркуляционного кольца, м.

Потери давления на трения и местные сопротивления определяются по формуле:

$$\Delta p_{уч} = R_{\phi} \cdot l_{уч} + Z \quad (3.5)$$

где Z – потери давления на местные сопротивления, определяются по [11, табл. II.3].

Общие потери давления в основном циркуляционном кольце должны составлять:

$$\Delta p_{общ} \approx 0,9 \Delta p_p \quad (3.6)$$

Для увязки стояков применяются балансировочные вентили, подобранные в соответствии [12].

Схемы систем отопления и гидравлический расчет представлен в приложении В.

Система «теплый пол» рассчитывается в соответствии с [13]. Расчет теплого пола представлен в приложении В.

Тепловой расчет отопительных приборов

При расчете площади нагревательной поверхности приборов необходимо учитывать теплоотдачу труб, которые открыто проложены в помещении.

Поэтому теплоотдача в этом случае равна:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{тр} \cdot Q_{тр} \quad (3.7)$$

где $\beta_{тр}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении, при открытой прокладке равен 0,9; при закрытой – 0;

$Q_{тр}$ – теплоотдача открыто проложенных труб, присоединяемых к прибору, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{тр} = q_v \cdot l_v + q_h \cdot l_h \quad (3.8)$$

где q_v, q_h – теплоотдача 1 м вертикальной и горизонтальной труб, Вт/м, принимается по [11, табл. II.22];

l_v, l_h – длина вертикальной и горизонтальной труб, м.

Расчетная площадь отопительного прибора определяется по формуле:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \quad (3.9)$$

где q_{np} – расчетная плотность теплового потока, Вт/м², определяется по формуле:

$$q_{np} = q_{н.о.м} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \quad (3.10)$$

где $q_{н.о.м}$ – номинальная плотность теплового потока, Вт/м², равна 952 Вт/м²;

Δt_{cp} – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{ex} + t_{вх}}{2} - t_{\theta}; \quad (3.11)$$

n, p – безразмерные коэффициенты, учитывающие вид теплового прибора и направление подачи теплоносителя.

Число секций прибора находят по формуле:

$$N = \frac{F_{np}}{f_c} \cdot \frac{\beta_4}{\beta_3} \quad (3.12)$$

где f_c – площадь одной секции, м², $f_c = 1,605 \text{ м}^2$;

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки прибора, принимается по [11, табл. 9.12];

β_3 – коэффициент, учитывающий число секций в приборе.

Расчет представлен в приложении Г.

3.2 Горячее водоснабжение

Стояки подающего трубопровода проложены в санузлах вместе со стояком холодной воды и канализацией. Удаление воздуха осуществляется через воздушный кран, расположенный в верхней части подающего стояка. Вся система выполнена из полипропиленовых труб.

Таблица 3.1 – Расчет расходов горячей воды

№	Наименование	Формула	Ед. изм.	Расчет
1	Максимальный секундный расход, q^h	$5 \cdot q_0^h \cdot \alpha$	л/сек	$5 \cdot 0,2 \cdot 0,304 = 0,304$
2	Вероятность действия санитарно-технических приборов, Р	$\frac{U \cdot q_{hr,u}^h}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}$	-	$\frac{10 \cdot 4,9}{3600 \cdot 0,2 \cdot 10} = 0,007$
3	Максимальный часовой расход горячей воды, q_{hr}^h	$0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}$	м ³ /ч	$0,005 \cdot 200 \cdot 0,493 = 0,493$
4	Вероятность использования санитарно-технических приборов, P_{hr}^h	$\frac{3600 \cdot P \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h}$	-	$\frac{3600 \cdot 0,007 \cdot 0,2}{200} = 0,025$
5	Средний суточный расход горячей воды, q_u	$\frac{q_u^h \cdot U}{1000}$	м ³ /сут	$\frac{120 \cdot 10}{1000} = 1,2$

Обозначения в таблице:

q_0^h – секундный расход горячей воды одним прибором, л/с, принимается согласно [14], равен 0,2 л/с;

$q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды одним жителем, л/ч, принимается по [14], равно 4,9 л/ч;

$q_{0,hr}^h$ – часовой расход воды санитарно-техническим прибором, л/ч, определяется по [14], равен 200 л/ч;

q_u^h – норма расхода воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут, определяется согласно [14], равна 120 л/сут.

Определение расходов теплоты

Таблица 3.2 – Расходы теплоты

№	Наименование	Формула	Ед. изм.	Расчет
1	Средний часовой расход теплоты, Q_T^h	$1,16 \cdot q_T^h \cdot (65 - t^c) + Q^{ht}$	кВт	$1,16 \cdot 0,05 \cdot (65 - 5) + 3,83 = 7,3$
2	Максимальный часовой расход теплоты, Q_{ht}^h	$1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (65 - t^c) + Q^{ht}$	кВт	$1,16 \cdot 0,493 \cdot (65 - 5) + 37,7 = 72$

Обозначения в таблице:

q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/час, определяется по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u}{24} \quad (3.13)$$

t^c – температура холодной воды, °С;

Q_{ht}^h – потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт, принимаются в величине 10%.

$$q_T^h = \frac{1,2}{24} = 0,05 \text{ м}^3/\text{час}$$

Гидравлический расчет подающих трубопроводов

Определение диаметров труб производят по таблицам гидравлического расчета по [15] для PN16 в соответствии с расчетным секундным расходом воды на участке.

Потери давления на расчетных участках определяют по формуле:

$$\Delta p = Rl \cdot (1 + K_m) \quad (3.14)$$

где R – удельные потери на трение, Па/м;

l – длина расчетного участка, м;

K_m – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях.

Гидравлический расчет сведен в таблицу 3.2.3. Схема представлена в приложении Д.

Таблица 3.2 – Гидравлический расчет горячего водоснабжения

№	l, м	N	P	NP	α	q, л/с	D _y , мм	w _т , м/с	R, Па/м	K _м	Δp, Па	ΣΔp, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стояк 2												
2.1	3,3	1	0,007	0,007	0,2	0,180	20x2,3	1,1	1099	0,1	3989	3,99
2.2	1,1	2		0,014	0,205	0,185	20x2,3	1,1	1157	0,1	1400	5,39
2.3	3,1	4		0,028	0,241	0,217	20x2,3	1,3	1577	0,1	5378	10,77
2.4	2,8	8		0,056	0,295	0,266	20x2,3	1,5	2290	0,1	7053	17,82
1	4,4	8		0,056	0,295	0,266	25x3,5	1,1	235	0,2	1241	19,06
3	1	10		0,07	0,318	0,286	25x3,5	1,1	264	0,5	396	19,46
Стояк 1												
1.1	11,7	1	0,007	0,007	0,2	0,180	20x2,8	1,1	1099	0,1	14144	14,14

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.2	2,8	2	0,007	0,014	0,205	0,185	20x2,8	1,1	1157	0,1	3564	17,71
2	1	2		0,014	0,205	0,185	25x3,5	0,7	392	0,2	470	18,17

Увязка ветвей 1 и 2: $(19 - 18,2) / 19 = 0,04$

Требуемый напор на горячее водоснабжение:

$$H_{тр} = 3 + 8,4 + (1,95 + (1 + 0,3)) = 14 \text{ м}$$

3.3 Расчет и подбор оборудования котельной

Система газоснабжения запроектирована для подключения газового котла марки КОВ–80 СТ. Характеристика газового котла представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Характеристика котла КОВ–80 СТ

№	Наименование характеристики	Значение
1	Отапливаемая площадь, м ²	900
2	Расход газа, м ³ /ч	4,1
3	Рабочее давление воды в котле, МПа	до 0,3
4	Коэффициент полезного действия, %	89
5	Габаритные размеры, мм	
	ширина	719
	глубина	892
	высота	746
6	Масса, кг	260

Для нагрева холодной воды в помещении котельной устанавливается бойлер марки Viessmann Vitocell-V объемом 300 л.

Для каждой ветки системы отопления подобран насосы, которые устанавливаются на подаче. Технические характеристики насосов представлены в приложении Е.

4 Вентиляция воздуха

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен для бассейна рассчитывается для холодного и теплого периодов. Все процессы сведены в I-d диаграмму, которая представлена в приложении Ж.

Таблица 4.1 – Расчет воздухообмена в теплый период

№	Наименование	Ед. изм.	Формула	Расчет
1	Полное избыточное тепло, Q_n	кДж/ч	$3,6 \cdot Q_{я} + (2500 + 1,8 \cdot t_{\epsilon}) \cdot W$	$3,6 \cdot 3800 + (2500 + 1,8 \cdot 27,6) \cdot 9 = 36627$
2	Значение луча процесса, ϵ	кДж	$\epsilon = \frac{Q_n}{W}$	$\epsilon = \frac{36627}{9} = 4069$
3	Температура приточного воздуха, t_n	°С	$t_{\epsilon} \pm \Delta t_p$	$28 - 3 = 25$
4	Температура удаляемого воздуха, t_y	°С	$t_y = t_{\epsilon} + gradt \cdot (H - 2)$	$t_y = 27,6 + 0,5 \cdot (2,8 - 2) = 28,4$
5	Количество приточного воздуха, L_n	м³/ч	$\frac{1000 \cdot W}{1,2(d_y - d_n)}$	$\frac{1000 \cdot 9}{1,2(13 - 11)} = 3750$

Обозначения в таблице:

$Q_{я}$ – избытки явного тепла, Вт;

Δt_p – рабочая разность температур, °С.

H – высота помещения, м;

$gradt$ – градиент температуры по высоте помещения, который определяется исходя из теплонапряженности помещения:

$$q = \frac{Q_{я}}{V_{пом}} \quad (4.1)$$

$$q = \frac{7640}{299} = 25,6 \text{ Вт/м}^2$$

d_y – влагосодержание удаляемого воздуха, г/кг, по I-d диаграмме;

d_n – влагосодержание приточного воздуха, г/кг, по I-d диаграмме.

Таблица 4.2 – Расчет воздухообмена в холодный период

№	Наименование	Ед. изм.	Формула	Расчет
1	Полное избыточное тепло, Q_n	кДж/ч	$3,6 \cdot Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{е}}) \cdot W$	$3,6 \cdot 1253 + (2500 + 1,8 \cdot 27) \cdot 12,5 = 36368,3$
2	Значение луча процесса, ε	кДж	$\varepsilon = \frac{Q_n}{W}$	$\varepsilon = \frac{36368,3}{12,5} = 2909$
3	Температура удаляемого воздуха, t_y	°С	$t_y = t_{\text{е}} + \text{grad}t \cdot (H - 2)$	$t_y = 27 + 0 \cdot (2,8 - 2) = 27,4$
4	Влагосодержание приточного воздуха, d_n	г/кг	$d_y = \frac{\Delta Q_n}{G_n}$	$11,5 - \frac{32437,1}{7500} = 10,2$
5	Количество приточного воздуха, L_n	м³/ч	$\frac{1000 \cdot W}{1,2(d_y - d_n)}$	$\frac{1000 \cdot 12,5}{1,2(11,5 - 10,2)} = 2422$

Определение воздухообменов для здания

Расход вентилируемого воздуха по нормативной кратности рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V_{\text{пом}} \quad (4.2)$$

где k – кратность воздухообмена, ч⁻¹

Расчет представлен в таблице 4.3.

Для гаража воздухообмен находится исходя из поступающих вредностей. Основными вредными выделениями при работе автомобильных двигателей является окись углерода и окись азота.

Общие газовыделения определяются по формуле:

$$M_{\text{г}} = n \cdot q \cdot N \cdot k \quad (4.3)$$

где n – максимальное число автомобилей, выезжающих в течении 1 часа, выезд/ч;

q – удельные газовыделения, г/кВт, принимается по [16, табл. 3.3],
 $q = 1,63 \text{ г/кВт}$;

N – мощность двигателя автомобиля, кВт, принимается по [16, табл. 3.4],
 $N = 59 \text{ кВт}$;

k – коэффициент учета интенсивности движения автомобилей, принимается по [16, табл. 3.5], $k = 1$

$$M_{CO} = 2 \cdot 1,63 \cdot 59 \cdot 1 = 192,3 \text{ г/ч}$$

$$M_{NO_2} = 2 \cdot 0,027 \cdot 59 \cdot 1 = 3,2 \text{ г/ч}$$

Требуемый воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{M_{вр}}{\frac{C_y}{\rho_y} - \frac{C_n}{\rho_n}} \quad (4.4)$$

где $M_{вр}$ – сумма вредных выделений в помещении, мг/ч;

C_y, C_n – объемная концентрация вещества соответственно в удаляемом и приточном воздухе, мг/м³;

ρ_y, ρ_n – плотность приточного и удаляемого воздуха, кг/м³.

$$L = \frac{195,5}{\frac{1,7}{1,22} - \frac{1,22}{1,22}} = 490 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таблица 4.3 – Определение воздухообменов

№	Наименование помещения	Площадь помещения, м ²	Объем помещения, м ³	Кратность		Воздухообмен	
				приток	вытяжка	приток	вытяжка
1	Кладовая	16,1	40,3	-	1	-	40
2	Бельевая	14,4	36,0	-	1	-	36
3	Коридор	36,4	91,0	-	1	-	91
4	Котельная	13,9	38,9	-	3	-	117
5	Досуговая	17,0	47,6	-	1	-	48
6	Тамбур	14,3	40,0	-	2	-	80
7	Кабинет	14,6	40,9	-	1,5	-	61
8	Спальня	17,0	47,6	-	-	30	-
9	Игровая	15,1	42,3	-	-	20	-
10	Спальня	21,7	60,8	-	-	30	-
11	Спальня	18,2	51	-	-	30	-
8	Сан.узел	7,7	21,6	-	50 м ³ на унитаз	-	50
9	Сан.узел	8	22,4	-	То же	-	50
9	Гараж	49,5	138,6	-	по расчету	-	490
10	Бассейн	106,8	299,1	-	по расчету	-	3750

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В данной работе запроектирована приточно – вытяжная вентиляция с естественным и механическим побуждением. Приток воздуха в помещение бассейна осуществляется от подвесной приточной установки, которая расположена на отметке 2,5 м от пола. В ней находится: центробежный вентилятор, фильтр, калорифер, клапан и решетки. Вентилятор устанавливается на звукопоглощаемых основаниях, и отделяется от воздуховода эластичными вставками. В данном объекте для каждого помещения вытяжная шахта запроектирована отдельно от остальных.

Подача воздуха осуществляется через решетки типа ПРМ-2. Температура воздуха в приточной камере $t_n = 25^\circ\text{C}$. Вытяжка осуществляется с противоположной от подачи воздуха стороны. В остальных помещениях приток воздуха естественный, осуществляется через окна и двери. Вытяжная вентиляция предусмотрена в кирпичные каналы. Для механической вытяжки используются канальные вентиляторы. Все вытяжные каналы выводятся на кровлю на расстояние 1 м.

Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Целью расчета является выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также расчет максимальной скорости движения воздуха на основном участке приточной струи и максимального отклонения температуры в приточной струе от нормируемой температуры в рабочей зоне.

Скорость воздуха на выходе из ВР определяется по формуле:

$$g_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0} \quad (4.4)$$

где L_0 – расход через один воздухораспределитель, м³/ч, определяется по формуле:

$$L_0 = \frac{L}{N} \quad (4.5)$$

где L – расход воздуха, м³/ч;

N – количество воздухораспределительных решеток, шт;

F_0 – площадь живого сечения воздухораспределительной решетки, м².

Максимальная скорость воздуха обратного потока:

$$g_{обп} = k \cdot g_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_n}} \quad (4.6)$$

где k – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, определяется по [17, прил. Б],
 $k = 1,4$;

F_n – площадь поверхности перпендикулярная направлению струи, м².

Согласно требованиям [17] при выполнении расчетов должно выполняться условие:

$$g_{обп} \leq k \cdot g_0 \quad (4.7)$$

где g_0 – нормируемая подвижность воздуха в помещении, м/с.

Максимальная разность температур между температурой воздуха обратной струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_{обп} = 1,4 \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_n}} \quad (4.8)$$

где Δt_0 – избыточная температура наружного воздуха, °С, равна 1,7 °С.

Максимальная разность температур не должна превышать допустимое отклонение, величина которого определяется по [17, прил. В]:

$$\Delta t_{обп} \leq \Delta t_{дон} \quad (4.9)$$

По [18, табл. 17.6] выбирается тип воздухораспределителя ПРМ-2 в количестве 6 шт. с характеристиками: $F_0 = 0,08$ м², $m = 0,7$, $n = 0,6$.

Расход через один воздухораспределитель:

$$L_0 = \frac{3750}{6} = 625 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость воздуха на выходе из ВР:

$$g_0 = \frac{625}{3600 \cdot 0,08} = 2,2 \text{ м/с}$$

Максимальная скорость воздуха обратного потока:

$$g_x = 1 \cdot 2,2 \cdot \sqrt{\frac{0,08}{106,8}} = 0,1 \text{ м/с}$$

По условию 4.7:

$$0,1 \leq 1,4 \cdot 0,2$$

Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне:

$$\Delta t_x = 1,4 \cdot 1,7 \cdot \sqrt{\frac{0,08}{106,8}} = 0,07 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$0,07 \leq 1,5$$

4.3 Аэродинамический расчеты

Аэродинамический расчет систем механической вентиляции

Расчет ведется способом удельных потерь на трение и потерь в местных сопротивлениях. Целью является определение размеров поперечного сечения воздуховодов и потерь давления при известных расходах воздуха.

Действительная скорость воздуха на участке рассчитывается по формуле:

$$g = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (4.10)$$

где F – площадь поперечного сечения воздуховода, м^2 , определяется по [18, табл.22.15].

По значению действительной скорости по справочным данным определяются потери давления по длине R Па/м^2 .

Динамическое давление определяется по формуле:

$$P_{дин} = \frac{\rho g^2}{2} \quad (4.11)$$

Потери давления на местные сопротивления на участке определяются как:

$$Z = \sum \xi \cdot P_{дин} \quad (4.12)$$

Невязка потерь давления не должна превышать $\pm 15\%$:

$$\frac{\Delta p_{м} - \Delta p_{от}}{\Delta p_{м}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (4.13)$$

Аэродинамический расчет приточной системы сведен в таблицу 4.3.1, вытяжной – в таблицу 4.3.2. Схемы приточной и вытяжных систем представлены в приложении И.

Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции

Расчетное гравитационное давление:

$$p_{расч} = h \cdot (\rho_{н} - \rho_{с}) \cdot g \quad (4.14)$$

где h – высота воздушного столба вытяжного воздуховода, м;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

Для расчета систем естественной вентиляции $t_{н}$ принимается равной, $+5^\circ \text{С}$.

Величина запаса составляет:

$$5 \leq \frac{\Delta p_{расч} - \Delta p_{сум}}{\Delta p_{расч}} \cdot 100 \leq 10 \quad (4.15)$$

Гравитационное давление:

$$\Delta p_{расч} = 11,7 \cdot (1,27 - 1,178) \cdot 9,81 = 10,6 \text{ Па}$$

Все расчеты сведены в таблицу 4.4. Схемы представлены в приложении К.

№	L, м³/ч	l,м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σξ	Р _д , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м²	v, м/с								
магистраль													
BP	625	-			2,20			1,4	2,9	4,1	4,1		
1	625	1,0	200	0,031	5,6	1,76	1,8	0,61	18,8	11,5	13,2	17,3	отвод 90° + тр.на прох.
2	1250	1,0	250	0,049	7,1	2,18	2,2	0,23	30,2	7,0	9,1	26,4	тр.на прох.
3	1875	1,0	280	0,062	8,5	2,63	2,6	0,2	42,8	8,6	11,2	37,6	тр.на прох.
4	2500	1,0	315	0,078	9,1	2,58	2,6	0,15	49,7	7,5	10,0	47,7	тр.на прох.
5	3125	1	315	0,078	10,8	2,89	2,9	0,2	70,0	14,0	16,9	64,6	тр.на прох.
6	3750	6,3	355	0,099	11,2	3,12	19,7	0,42	75,3	31,6	51,3	115,8	2 отвода 90°
ответвления													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
7	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	0,64	18,8	12,0	12,9	17,0	тр. на поворот
невязка (17,3-17,0)/17,3=0,02													
BP	625				2			1,4	2,9	4,1	4,1		
8	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	0,65	18,8	12,2	13,1	17,2	тр. на поворот
невязка (26,4-17,2)/0,34													
d _д = 176 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
9	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,2	18,8	22,6	23,5	27,5	тр. на поворот
невязка (37,6-27,5)/37,6=0,27													
d _д = 175 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
10	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,3	18,8	24,5	25,3	29,4	тр. на поворот
невязка (47,7-29,4)/47,7=0,38													
d _д = 167 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
11	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,2	18,8	22,6	23,5	27,5	тр. на поворот
невязка (64,6-27,5)/64,6=0,57													
d _д = 154 мм													

№	L, м³/ч	l,м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	Σξ	Р _д , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Σ(Rl+Z), Па	Примечание
			d, мм	f, м²	v, м/с								
магистраль													
BP	625	-			2,20			1,4	2,9	4,1	4,1		
1	625	1,0	200	0,031	5,6	1,76	1,8	0,61	18,8	11,5	13,2	17,3	отвод 90° + тр.на прох.
2	1250	1,0	250	0,049	7,1	2,18	2,2	0,23	30,2	7,0	9,1	26,4	тр.на прох.
3	1875	1,0	280	0,062	8,5	2,63	2,6	0,2	42,8	8,6	11,2	37,6	тр.на прох.
4	2500	1,0	315	0,078	9,1	2,58	2,6	0,15	49,7	7,5	10,0	47,7	тр.на прох.
5	3125	1	315	0,078	10,8	2,89	2,9	0,2	70,0	14,0	16,9	64,6	тр.на прох.
6	3750	6,3	355	0,099	11,2	3,12	19,7	0,42	75,3	31,6	51,3	115,8	2 отвода 90°
ответвления													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
7	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	0,64	18,8	12,0	12,9	17,0	тр. на поворот
невязка (17,3-17,0)/17,3=0,02													
BP	625				2			1,4	2,9	4,1	4,1		
8	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	0,65	18,8	12,2	13,1	17,2	тр. на поворот
невязка (26,4-17,2)/0,34													
d _д = 176 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
9	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,2	18,8	22,6	23,5	27,5	тр. на поворот
невязка (37,6-27,5)/37,6=0,27													
d _д = 175 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
10	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,3	18,8	24,5	25,3	29,4	тр. на поворот
невязка (47,7-29,4)/47,7=0,38													
d _д = 167 мм													
BP	625				2,2			1,4	2,9	4,1	4,1		
11	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	1,2	18,8	22,6	23,5	27,5	тр. на поворот
невязка (64,6-27,5)/64,6=0,57													
d _д = 154 мм													

Таблица 4.5 – Аэродинамический расчет системы В1

№	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \xi$	P _д , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z)$, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В1													
1	625	1,0	200	0,031	5,6	1,76	1,8	2,5	18,8	47,0	48,8		решетка, отвод 90° + тр. на прох.
2	1250	1,0	250	0,049	7,1	2,18	2,2	1,1	30,2	33,3	35,5	84,3	тр. на прох.
3	1875	1,0	280	0,062	8,5	2,63	2,6	1,3	42,8	55,7	58,3	142,6	тр. на прох.
4	2500	1,0	315	0,078	9,1	2,58	2,6	1,5	49,7	74,5	77,1	219,7	тр. на прох.
5	3125	1	315	0,078	10,8	2,89	2,9	0,35	70,0	24,5	27,4	247,1	тр. на прох.
6	3750	4	355	0,099	11,2	3,12	12,5	0,7	75,3	52,7	65,2	312,2	2 отвода 90°
ответвления													
7	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	2,5	18,8	47,0	47,9	47,9	решетка, тр. на поворот
невязка (48,8-47,9)/48,8=0,03													
8	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	3,05	18,8	57,4	58,3	58,3	решетка, тр. на поворот
невязка (84,3-58,3)/84,3=0,31													
d _д = 160 мм													
9	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	2,75	18,8	51,7	52,6	52,6	решетка, тр. на поворот
невязка (142,6-52,6)/142,6=0,63													
d _д = 136 мм													
10	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	2,75	18,8	51,7	52,6	52,6	решетка, тр. на поворот
невязка (219,7-52,6)/219,7=0,76													
d _д = 125 мм													
11	625	0,5	200	0,031	5,6	1,76	0,9	3,05	18,8	57,4	58,3	58,3	решетка, тр. на поворот
невязка (247,1-58,3)/247,1=0,76													
d _д = 120 мм													
В2													
1	139	1,9	200	0,031	5,6	1,76	0,9	3,05	18,8	57,4	58,3	58,3	решетка, тр. на поворот

Таблица 4.6 – Аэродинамический расчет систем ВЕ

№	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \xi$	P _д , Па	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	v, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЕ-1												
1	40	10,6	140	0,02	0,7	0,079	0,84	13,91	0,30	4,16	4,99	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 3, $\alpha=50^0$)
ВЕ2												
1	36	10,6	140	0,02	0,7	0,079	0,84	13,91	0,30	4,16	4,99	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 3, $\alpha=50^0$)
ВЕ3												
1	117	10,6	184	0,038	1,27	0,154	1,6324	3,01	0,98	2,96	4,59	решетка, отвод, зонт
ВЕ4												
1	91	10,6	140	0,02	1,6	0,31	3,33	13,91	1,56	21,72	25,05	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 3, $\alpha=50^0$)
ВЕ5												
1	48	7,5	140	0,05	0,9	0,12	0,87	7,91	0,49	3,91	4,78	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 3, $\alpha=40^0$)
ВЕ6												
1	60	7,5	140	0,02	1,1	0,16	1,22	5,01	0,74	3,70	4,92	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 1, $\alpha=20^0$)
ВЕ7												
1	80	7,5	140	0,02	1,4	0,219	1,6425	2,81	1,20	3,36	5,00	решетка, отвод, зонт
ВЕ8												
1	50	7,5	140	0,02	0,9	0,115	0,8625	8,05	0,49	3,98	4,84	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол-во створок 4, $\alpha=40^0$)
ВЕ9												
1	80	2,40	140	0,02	0,9	0,115	0,276	2,75	0,49	1,36	1,63	решетка, тр. на проход
2	210	3,80	140	0,02	1,8	0,386	1,4668	1,65	1,98	3,26	4,73	отвод, зонт

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ответвление												
3	80	2,4	140	0,02	0,9	0,115	0,276	8,7	0,49	4,30	4,57	решетка, тр. на поворот, дроссель-клапан (кол-во створок 3, $\alpha=40^0$)
BE10												
1	50	2,9	140	0,02	0,9	0,115	0,3381	6,01	0,49	2,97	3,31	решетка, отвод, зонт, дроссель-клапан (кол- во створок 1, $\alpha=30^0$)

4.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор калорифера

Общий расход теплоты на вентиляцию находится по формуле:

$$Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot G \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) \quad (4.16)$$

где G – расход воздуха, кг/ч;

$c_{\text{в}}$ – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°C)

$t_{\text{к}}$ – конечная температура воздуха, °C;

$t_{\text{н}}$ – начальная температура воздуха, °C.

$$Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot (3750 \cdot 1,2) \cdot 1 \cdot (26,9 - (-30)) = 65182 \text{ Вт}$$

По [19] подбирается электрический калорифер марки СФО-60. Технические характеристики представлены в приложении Л.

Подбор воздухозаборной решетки

Площадь живого сечения воздухозаборных решеток и утепленного клапана находится по формуле:

$$F_{\text{мп}} = \frac{L}{3600 \cdot g} \quad (4.17)$$

где g – допустимая скорость, принимается равной 3 м/с.

$$F_{\text{мп}} = \frac{3750}{3600 \cdot 3} = 0,347 \text{ м}^2$$

Количество воздухозаборных решеток:

$$n = \frac{F_{\text{мп}}}{f_{\text{ж.с.}}} \quad (4.18)$$

где $f_{\text{ж.с.}}$ – площадь живого сечения, м². К установке приняты решетки марки AZR – 3 с площадью живого сечения, $f_{\text{ж.с.}} = 0,25 \text{ м}^2$.

$$n = \frac{0,347}{0,25} = 2 \text{ шт}$$

Действительная скорость воздуха в живом сечении воздухозаборной решетке из формулы 4.17 равна:

$$g = \frac{3750}{3600 \cdot 0,25 \cdot 2} = 2,1 \text{ м/с}$$

Потери давления в решетке:

$$\Delta p_{реш} = \xi \cdot \frac{\rho g^2}{2} \quad (4.19)$$

$$\Delta p_{реш} = 1,3 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,1^2}{2} = 5,3 \text{ Па}$$

Подбор клапана

По требуемой площади, найденной из формулы 4.17 по [20, табл. III.6] подбирается клапан КВУ 600х1000 с площадью живого сечения 0,44 м².

Действительная скорость воздуха в клапане:

$$g = \frac{3750}{3600 \cdot 0,44} = 2,4 \text{ м/с}$$

Потери давления в клапане:

$$\Delta p_{кл} = 3 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,4^2}{2} = 10,4 \text{ Па}$$

Подбор вентилятора

Подбор вентилятора для бассейна осуществляется по [21], для гаража по [22] по заданной производительности и значению полного давления. Характеристики вентилятора представлены в приложении М.

Полное давление, создаваемое вентилятором определяется по формуле:

$$\Delta p_{\text{с}} = 1,1 \cdot (\Delta p_{реш} + \Delta p_{кл} + \Delta p_{\phi} + \Delta p_{кал} + \Delta p_{сист}) \quad (4.20)$$

где Δp_{ϕ} – потери давления в фильтре, $\Delta p_{\phi} = 40 \text{ Па}$;

$\Delta p_{сист}$ – потери давления в системе, Па.

$$\Delta p_{\text{с}} = 1,1 \cdot (5,3 + 10,4 + 40 + 250 + 116) = 507 \text{ Па}$$

5 Водоснабжение и водоотведение

5.1 Холодное водоснабжение

В данной работе для обеспечения оздоровительного центра холодной водой применяется система хозяйственно-противопожарного водоснабжения. Внутренний водопровод присоединен к централизованной системе водоснабжения.

Система внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода включает: ввод в здание, водомерный узел, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру.

Система запроектирована из стальных и полипропиленовых труб. По расположению магистральных трубопроводов система запроектирована с нижней разводкой.

Ввод в здание осуществляется с южной стороны здания на отм. -3,500 м. Водомерный узел располагается в подвале на высоте 1,0 м от уровня пола и оборудован обводной линией. Водомерный узел состоит из водосчетчика диаметром 20 мм, запорной арматуры, манометра, фильтра, спускного крана. В основании каждого стояка, близ магистральных труб предусмотрена установка запорного вентиля.

В здании запроектирован противопожарный стояк, минимальный расход воды на ПК принят в соответствии с [23]. Пожарный кран запроектирован в подвале и на каждом этаже здания, установлен на высоте 1,35 м над полом помещения и размещен в шкафчике. Каждый пожарный кран снабжен пожарным рукавом длиной 15 м. Диаметр spryska 16 мм согласно [23].

От хозяйственно-питьевого водопровода предусмотрена подпитка бассейна. Расход воды на подпитку бассейна в соответствии с [14, табл. А1] принимается в размере 10% от объема бассейна и равен 1 м³/сут.

В здании запроектировано 15 водоразборных приборов для 10 потребителей. Из них ванн со смесителем 3 шт., кухонных моек – 2 шт., умывальников – 5, унитазов – 4 шт., и кран на бассейн.

Определение расчетных расходов и гидравлический расчет внутреннего водопровода

Расчеты расхода воды ведется по формулам в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет расходов холодной воды

№	Наименование	Формула	Ед. изм.	Расчет
1	Средний суточный расход холодной воды, Q_u^c	$\frac{q_u^c \cdot U}{1000}$	м ³ /сут	$\frac{225 \cdot 10}{1000} = 2,25$
2	Общий максимальный секунднй расход воды, q^c	$5 \cdot q_0^c \cdot \alpha$	л/с	$5 \cdot 0,3 \cdot 0,331 = 0,5$
3	Вероятность действия санитарно-технических приборов, P^c	$\frac{q_{u,hr}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N}$	-	$\frac{10 \cdot 10}{3600 \cdot 0,3 \cdot 15}$
4	Максимальный часовой расход холодной воды, q_{hr}^c	$0,005 \cdot q_{0,hr}^c \cdot \alpha_{hr}$	м ³ /час	$0,005 \cdot 200 \cdot 0,241 = 0,241$
5	Вероятность одновременного действия приборов в час, P_{hr}^c	$\frac{3600 \cdot P^c \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^c}$	-	$\frac{3600 \cdot 0,006 \cdot 0,3}{200} = 0,032$

Обозначения в таблице:

q_u^c – норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут, принимается по [14], равен 225 л/сут;

U – число жителей, принимается 10 человек.

q_0^c – секунднй расход холодной воды диктующим прибором, л/с, определяется по [14] и равен 0,3 л/с;

α – коэффициент, определяемый согласно [14] в зависимости от общего числа приборов на расчетном участке сети и вероятности их действия

$q_{u,hr}^c$ – норма расхода холодной воды, л/час, одним потребителем в час наибольшего водопотребления, определяется по [14], равен 10 л/час;

N – общее число приборов в здании, шт.;

$q_{0,hr}^c$ – расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час, принимается по [14], равен 200 л/час.

Гидравлический расчет холодной воды

Определение диаметров для полипропиленов труб PN10 производят по таблицам гидравлического расчета по [15].

Величина потерь напора на местные сопротивления в фасонных частях и арматуре учитывается в процентном соотношении от потерь по длине. Для хозяйственно-питьевого водопровода принимается 30%, пожарный – 10%.

Потери напора с учетом местных сопротивлений определяются по формуле:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k) \quad (5.1)$$

Расчет сведен в таблицу 5.1.2. Схема представлена в приложении Н.

Таблица 5.2 – Гидравлический расчет хозяйственно-питьевого водопровод

№ участка	Длина, м	Число приборов	Вероятность действия	N*P	Значение α	на пожаротушение	Расчетный расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	потери напора	
										на единицу длины i, м	l*i, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Магистраль и Ст В1-1											
1-2	1,5	1	0,006	0,006	0,2		0,300	25x2,3	1	0,067	0,101
2-3	12	2		0,012	0,2		0,300	25x2,3	1	0,067	0,777
3-4	0,8	3		0,018	0,21		0,315	25x2,3	1,04	0,074	0,059
4-5	2,1	4		0,024	0,224		0,336	25x2,3	1,11	0,084	0,176
5-6	1,7	15		0,090	0,331		0,497	32x2,9	0,9	0,047	0,080
6-7	7,2	16		0,096	0,338	2,5	3,037	50x4,6	1,41	0,997	7,129
Ст В1-2											
1'-2'	2,9	1	0,008	0,008	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
2'-3'	1,7	2		0,016	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
3'-4'	3,1	6		0,049	0,241		0,362	32x2,9	1,2	-	-
4'-6	1,6	11		0,089	0,286		0,429	32x2,9	0,83	-	-
5'-3'	1,7	1	0,008	0,008	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
6'-7'	1,8	1		0,008	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
7'-8'	1,7	2		0,016	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
8'-3'	0,8	3		0,024	0,205		0,308	25x2,3	1	-	-

Продолжение таблицы 5.2

9'-10'	2,8	1	0,008	0,008	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
10'-11'	1,8	2		0,016	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
12'-13'	2	1		0,008	0,2		0,300	25x2,3	1	-	-
13'-11'	0,5	3		0,024	0,205		0,308	25x2,3	1	-	-

Подбор счетчиков

Потери напора в счетчике определяются по формуле:

$$h = S \cdot q^2 \quad (5.2)$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)²

q – расчетный расход воды на участке установки счетчика, л/с

В водомерном узле принимается счетчик диаметром 20 мм.

Потери напора в счетчике по формуле составляют:

$$h = 5,18 \cdot 0,5^2 = 1,3 \text{ м}$$

Потери напора счетчика не превышают 5 м в соответствии с п.11.3* [24].

Расчет пожарного крана

В соответствии с [14, табл.3] напор у пожарного крана 9,6 м, скорость 1,22 м/с, потери напора на единицу длины – 0,075 м.

Потери напора составят:

$$l \cdot i = 7,2 \cdot 0,075 \cdot (1 + 0,2) = 0,64 \text{ м}$$

Таким образом, требуемый напор пожарного крана составит:

$$H_{mp} = 7,95 + (0,64 + 0,997) + 9,6 = 19,2 \text{ м}$$

Определение требуемого напора

Требуемый напор в сети водопровода определяется по формуле:

$$H_{mp} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (5.3)$$

где h_1 – свободный напор у самой высокой точки водопотребления, м, в соответствии с [24] равно 3 м;

h_2 – геодезическая высота расположения диктующей точки, м, ;

h_3 – сумма потерь напора в сети, м;

h_4 – потери напора в счетчике воды, м;

$$H_{mp} = 3 + 8,4 + (8,3 \cdot (1 + 0,2)) + 1,3 = 22,7 \text{ м}$$

Напор в городской водопроводной сети составляет $H_{gap} = 38$ м, что больше требуемого. Следовательно, повысительной установки не требуется.

5.2 Водоотведение

В данной работе используется система бытовой канализации. Для устройства сети применяются полипропиленовые канализационные трубы и фасонные части к ним. Стояки выведены за пределы крыши на высоту 0,2 м в соответствии с п. 8.2.15 [14].

На сетях внутренней канализации предусматриваются устройства прочисток и ревизий. Ревизии устанавливаются на стояках на высоте 1 м над уровнем пола. Прочистки установлены в местах изменения направления движения сточных вод. Все выпуски направлены за пределы стен здания в соответствующие смотровые колодцы дворовой канализации. Слив от бассейна осуществляется при помощи трубы диаметром 110 мм.

Таблица 5.3 – Расчет расходов сточных вод

№	Наименование	Формула	Ед. изм.	Расчет
1	Средний суточный расход сточных вод, Q_u^{tot}	$\frac{q_u^{tot} \cdot U}{1000}$	м ³ /сут	$\frac{200 \cdot 10}{1000} = 2$
2	Общий максимальный секундный расход воды, q^{tot}	$5 \cdot q_o^{tot} \cdot \alpha$	л/с	$5 \cdot 0,25 \cdot 0,355 = 0,444$
3	Вероятность действия санитарно-технических приборов, P^{tot}	$\frac{q_{u,hr}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N}$	-	$\frac{10 \cdot 10}{3600 \cdot 0,25 \cdot 14} = 0,008$
4	Максимальный секундный расход сточных вод, q^s	$q^{tot} + q_0^s$	л/с	$0,25 + 1,6 = 1,85$
5	Общий максимальный часовой расход воды, q_{hr}^{tot}	$0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}$	м ³ /час	$0,005 \cdot 300 \cdot 0,35 = 0,525$
6	Вероятность одновременного действия приборов в час, P_{hr}^{tot}	$\frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_o^{tot}}{q_{0,hr}^{tot}}$	-	$\frac{3600 \cdot 0,008 \cdot 0,25}{300} = 0,024$

Обозначения в таблице:

q_u^{tot} – общая норма расхода воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут, принимается по [14], равна 200 л/сут;

q_o^{tot} – общий секундный расход воды диктующим прибором л/с, определяется по [14], равен 0,25 ;

$q_{u,hr}^{tot}$ – общая норма расхода воды, л/час, одним потребителем в час наибольшего водопотребления, определяется по [14], равна 10 л/час;

q_0^s – наибольший секундный расход сточных вод от прибора, определяется по [14], равен для унитаза 1,6;

$q_{0,hr}^{tot}$ – общий расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час, принимается по [14], равен 300 л/час.

Определение диаметров труб производят по таблицам гидравлического расчета по [25].

По окончанию расчета необходимо сделать проверку выпуска из здания:

$$g \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0,6 \quad (5.2.1)$$

Расчет сведен в таблицу 5.4. Схема представлена в приложении О.

Таблица 5.4 – Гидравлический расчет канализации

№	Число водоразборных устройств	Вероятность действия	P*N	Значение α	q^{tot} , л/с	q^s , л/с	d, мм	h/d	v, м/с	Уклон	Проверка
1	1	0,007	0,007	0,2	0,250	0,400	50	0,31	0,906	0,04	0,50
2	12		0,084	0,323	0,404	2,004	110	0,31	0,894	0,03	0,50
3	13		0,091	0,332	0,415	2,015	110	0,3	0,949	0,04	0,52
4	14		0,098	0,341	0,426	2,026	110	0,3	0,951	0,04	0,52

6 Газоснабжение

6.1 Конструирование системы газоснабжения

Ввод в здание осуществляет от существующего надземного газопровода. Внутренние газопроводы монтируются из стальных водогазопроводных труб. Соединение стальных труб выполняется сваркой. Прокладка газопровода в здании открытая. Для защиты от коррозии газопроводы окрашиваются водостойкими лакокрасочным материалом желтого цвета.

6.2 Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения

Расчетные длины участков, м, определяются по формуле:

$$l = l_1 + \Sigma \xi \cdot ld \quad (6.1)$$

где l_1 – длина участка, м;

$\Sigma \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений участка;

ld – эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м.

Гидравлический расчет системы газоснабжения сведен в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Гидравлический расчет внутренней газовой сети

№	l_1 , м	Q , м³/ч	d_y , мм	Местные сопротивления		$\Sigma \xi$	ld , м	$\Sigma \xi \cdot ld$	l , м	R , Па/м	$R \cdot l$, Па
1	10,0	4,1	25	клапан	4	8,12	0,45	3,7	13,7	14	191,8
				отвод 90°	0,12						
				счетчик	4						

7 Автоматизация котельной установки

На сегодняшний день невозможно представить себе работу котельной без автоматической системы. Современное состояние автоматизации позволяет повысить безопасность и надежность работы благодаря тому, что все оборудование работает в оптимальном режиме. К основному оборудованию относят: котел и бойлер. Подключение содержит два контура: один контур используется для системы отопления, другой предназначен для нагрева холодной воды.

Котлы, которые работают на газообразном топливе, должны быть полностью автоматизированы, а также отвечать повышенным требованиям безопасности и надежности.

Обязательный набор котельной автоматики – органы защиты и управления. Безопасность котлов обеспечивается терморегулятором, который поддерживает заданную температуру горячей воды изменением расхода топлива. Помимо терморегулятора, котел оборудуется технологической защитой – автоматикой безопасности. В состав группы безопасности входит предохранительный клапан, автоматический воздухоотводчик и манометр, смонтированные на общем основании консоли. Основная ее задача – немедленное прекращение подачи топлива в аварийных случаях: повышении температуры теплоносителя, повышение или понижения давления газа, загазованность помещения. В данном объекте применяется защитная автоматика, которая идет в комплекте с котлом.

В помещении котельной установлена коллекторная балка на пять выходов системы отопления. На коллекторе установлены насосные гидравлические модули и модули смесительные.

В помещении котельной установлена погодозависимая автоматика фирмы De Dietrich. Цифровая система регулирования получает данные от датчиков температур, сравнивает данные с запрограммированными и дает сигнал на регулирующие вентили. По проложенному коробу на улицу выходит наружный

датчик температуры. Датчики температур также установлены на каждом подающем контуре, выходящем из коллекторной балки, на выходе их котла и входе в бойлер.

На дисплеи модуля погодозависимой автоматики контролирует температуру котла, температуру бойлера, и температуру каждого контура отопления.

Автоматика бойлера имеет жидкокристаллический дисплей, регулятор температуры воды. При большом водоразборе горячей воды происходит падение температуры в бойлере. Датчик температуры посылает данные в систему регулирования. При снижении температурных показателей воды, в действие вступает трехходовой клапан, и вся система направлена на процесс нагрева воды в бойлере. Поступление воды в систему отопления временно прекращается. На вводе холодной воды установлены приборы безопасности: аварийно-сбросной клапан и манометр. Рядом с ними находится сливной кран.

При нагревании вода расширяется, чтобы компенсировать этот избыток и ограничить рост давления устанавливается расширительный бак.

8 Организация монтажных работ

Монтаж внутренних систем производится в соответствии с [26].

В данном разделе разработан проект производства работ на монтаж системы отопления. Объем строительно-монтажных работ представлен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Объем строительно-монтажных работ.

№	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ по захваткам		Итого
			I	II	
1	2	3	4	5	6
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	1,48	2,23	3,71
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях - глубиной до 150 мм - глубиной до 400 мм	100 отв.	0,14 0,03	0,10 0,03	0,24 0,06
3	Установка креплений	шт.	12	21	33
4	Прокладка трубопроводов $\phi 16$ $\phi 20$ $\phi 25$ $\phi 32$	1 м	77,9 41,7 21,2 4,2	116,8 63,2 32,0 -	194,7 104,9 53,2 4,2
5	Первое гидравлическое испытание труб на прочность и плотность	м	148	223	371
6	Установка кронштейнов для радиатора	шт.	30	30	60
7	Навешивание радиаторов	шт.	15	15	30
8	Установка воздушного крана	шт.	15	15	30
9	Монтаж котла	шт.	-	1	1
10	Установка расширительного бака	шт.	-	1	1
11	Монтаж узла управления	шт.	-	1	1
12	Окончательное гидравлическое испытание	шт.	148	223	371
13	Испытание котла	1 аппарат	-	1	1

Выбор и обоснование машин и механизмов для производства работ

Исходя из подсчитанных объемов работ и конструктивной характеристики системы, выбраны необходимые инструменты для монтажных работ, способствующие снижению трудоемкости и улучшению качества СМР:

- для пробивки отверстий в стенах, перегородках и перекрытиях используется перфоратор – PHE 50 S (SDS max) мощностью 1050 Вт и массой 8,4 кг;
- для сверления отверстий в стенах, перегородках и перекрытиях выбирается электродрель шуруповерт – БУР – 160 Е мощностью 500 Вт и массой 2,1 кг;
- для разметки мест прокладки трубопроводов выбирается рулетка длиной 10 м, отвес и уровень;
- для установки и крепления кронштейнов подбирается пистолет ПЦ – 52 – 1;
- для проведения гидравлических испытаний – машина гидравлической опрессовки Компакт-электро мощностью 800 Вт, давление рабочей жидкости 20 атм.

Работы ведет монтажник внутренних санитарно-технических систем и оборудования.

Определение трудоемкости монтажных работ

Затраты труда устанавливаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно – строительные работы» [27]

Трудозатраты на объем работ определяются по формуле:

$$T_p = \frac{H_{ep} \cdot V}{8} \quad (8.1)$$

где H_{ep} – норма времени на единицу объема работ по ЕНиР, чел-час;

V – объем работ, м³ (шт.);

8 – продолжительность смены, час.

Расчет трудоемкости монтажных работ сведен в таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Ведомость трудоемкости работ

№	Наименование работ	Ед. изм.	ГЭСН, ЕНиР	Норма време ни, чел- час	Трудоемкость						Всего		Профессиональный состав звена
					I захватка			II захватка			чел.- дн.	маш.- смен	
					объем работ	чел.- дн.	маш.- смен	объем работ	чел.- дн.	маш.- смен			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е9-1-1	1,6	1,48	0,296	-	2,23	0,446	-	0,742		6 р. – 1
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях - глубиной до 150 мм	100 отв.	Е9-1-46	3,6	0,14	0,063	-	0,10	0,045	-	0,108		5 р. – 1
	- глубиной до 400 мм			9	0,03	0,03	-	0,03	0,03	-	0,06		
3	Установка креплений	шт.	Е9-1-2	0,02	12	0,03	-	21	0,05	-	0,08		5 р. – 1
4	Прокладка трубопроводов ϕ16	100 м	ГЭСН 81-02- 16-2001	112	77,9	1091	-	116,8	1635	-	2726	-	5 р. – 1
	ϕ20			111	41,7	579	-	63,2	876,9	-	1456	-	
	ϕ25			100	21,2	265	-	32,0	400	-	665	-	
	ϕ32			64,24	4,2	33,7	-	-	-	-	33,7	-	

Продолжение таблицы 8.2

[illegible]

9 Безопасность и экологичность технологического процесса

Монтаж трубопроводов систем отопления должен производиться в соответствии с требованиями безопасности, санитарии и гигиены труда, устанавливаемыми строительными нормами и правилами по безопасности труда в строительстве.

Работа монтажников санитарно-технических систем и оборудования заключается в монтаже системы отопления и различного отопительного оборудования. Особое внимание уделяется сборке котельных агрегатов и испытаниям всей системы в целом.

Технологическая характеристика объекта

Таблица 9.1 – Технологический паспорт объекта

№	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтаж системы отопления	Прокладка трубопроводов, сборка стояков, подводок и установка нагревательных приборов	Монтажник системы отопления	Труборез, электрический паяльник, перфоратор, отбойные молотки, ножницы, набор слесарных инструментов для монтажа и наладки оборудования.	Полипропиленовые трубы, радиаторы, крепления

Идентификация профессиональных рисков

В результате выполнения технологического процесса, согласно [28] на рабочего воздействуют производственные факторы, которые представлены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Монтаж системы отопления	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	При работе с ручным электроинструментом, при дроблении отверстий в стенах для прохода трубопроводов
2		Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Дробление отверстий для прокладки трубопроводов, работа с перфоратором, сварочные работы
3		Недостаточная освещенность рабочего места	Монтажные работы в труднодоступных местах, при работе с контрольно-измерительными приборами
4		Повышенная напряженность электрического поля	При работе с инструментом, имеющим электрический привод
5		Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	При резке и сборке трубопроводов
6		Умственное перенапряжение	При монтаже системы отопления, контрольно-измерительных приборов, работе с различными рода инструментов, при сварочных работах. Также при продолжительной работе в неизменном положении при монтаже приборов.
7		Монотонность труда	
8		Эмоциональные перегрузки	

Методы и средства снижения профессиональных рисков

В результате выполнения технологического процесса на рабочего воздействуют вредные производственные факторы. Методы по снижению и устранению вредного фактора представлены в таблице 9.3. Средства индивидуально защиты выбраны в соответствии с [29]

Таблица 9.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; перчатки с полимерным покрытием; сапоги резиновые
2	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	
3	Недостаточная освещенность рабочего места	Использование источников искусственного освещения	
4	Повышенная напряженность электрического поля	Необходимо использовать устройства защитного заземления, изоляция токоотводящих частей и ее непрерывный контроль, защитное отключение, применения малого напряжения, применение индивидуальной защиты	
6	Умственное перенапряжение	Ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, лечебно-профилактические мероприятия	
7	Монотонность труда		
8	Эмоциональные перегрузки		

Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 9.3 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Оздоровительный центр	Монтаж системы отопления	Вредных газов и пылевых выбросов при работе в здании не происходит	Объект подключен к городской сети водоснабжения и канализации	Твердые отходы, мусор, остатки материалов после окончания работ

Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду технического объекта представлены в таблице.

Таблица 9.4 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Оздоровительный центр
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Материалы, при строительстве, должны быть экологически не опасными
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Сточные воды отводятся в сети городской канализации и далее на сооружения очистки сточных вод
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Отходы складировются в мусорных контейнерах и вывозятся на городскую свалку по мере наполнения контейнеров

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012 – Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. СП 50.13330.2012 – Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-07.-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999. – 10 с.
4. СП 31.113-2004 – Бассейны для плавания [Электронный ресурс]. – Введ. 2005.- 02. -26. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200040480>
5. ГОСТ 11214-86. Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий [Текст]. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1987. – 24 с.
6. Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие [Текст]. / Е.Г. Малявина – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2007. – 265 с.
7. ГОСТ 15588-86. Плиты пенополистирольные. Технические условия [Текст]. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1986. – 8 с.
8. ГОСТ 9757-90. Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия [Текст]. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1991. – 6 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 [Текст]. /В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.–4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. –319 с.
10. Каталог оборудования GRUNDFOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teplo-com.ru/upload/iblock.dat>
11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.1. Отопление [Текст]. / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г.

Староверова и Ю.И. Шиллера. –4-е изд., перераб. и доп.–М.: Стройиздат, 1990.–344 с.

12. Каталог БАЛЛОРЕКС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doc133969676_437545141?hash=1ef6d4e0a71ee24789&dl=e3c641da0e816abc7d

13. Каталог «Водяной теплый пол» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gk-gss.ru/userfiles/file/tech_info/.pdf

14. СП 30.13330.2012 – Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 2013.-01.-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091049>

15. Каталог «Полипропиленовые трубопроводные системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://knigastroitelya.ru/wp-content/uploads.pdf>

16. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: учеб. пособие для вузов [Текст]. / В.П. Титов, Э. В. Сазонов, Ю. С. Краснов, В. И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.

17. СП 60.13330. 2012 – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01. – Режим доступа: <http://docs/document/1200095527>

18. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 [Текст] / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлова, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.–4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. –416 с.

19. Каталог «Калориферы электрические серии СФО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zao-tst.ru/files/Elektrokalorifery-sfo-elektricheskikh-kaloriferov-sfo.pdf>

20. Монтаж вентиляционных систем. [Текст]. Под ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1978. – 591 с.

21. Программа VezaFan [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.veza-spb.ru/programms.html>

22. Каталог «Осевые канальные вентиляторы ЕСО» [Электронный ресурс]. –

- Режим доступа: https://doc53145925_437508528.pdf
23. СП 10.13130.2009 – Внутренний противопожарный водопровод. Введ. 2009.-05.-01 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru>.
24. СНиП 2-04-85* – Внутренний водопровод и канализация зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200243>
25. СП 40-107-2003 – Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб [Электронный ресурс]. – Введ. 2003.-05. –01. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10903/>
26. СП 7.13130.2013 – Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Введ. 2003.-02.-25. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>
27. ЕНиР. Сборник 9. Сооружения систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zvezda.lgg.ru/254/24.pdf>
28. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1). [Текст]. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1976. – 3 с.
29. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 июля 2007 г. N 477 "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда " [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio.pdf
30. Одокиенко Е.В. Отопление жилого дома : учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Отопление» [Текст]. / Е.В. Одокиенко. – Тольятти : ТГУ, 2007. – 100 с.
31. Водоснабжение и водоотведение здания : метод. указания к выполнению курсового проекта [Текст]. / сост. Е.А. Усманова, С.Ю. Дудина. – Тольятти : ТГУ, 2007. – 74 с.

32. Усманова Е.А. Горячее водоснабжение жилого дома: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теплоснабжение» [Текст]. / Е.А. Усманова. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 68 с.
33. Вентиляция общественного здания: учебно-методическое пособие [Текст]. / изд-во ТГУ, М.Н. Кучеренко, 2008 – 48с.
34. Газоснабжение района города: метод. указания к курс. работе [Текст]. / сост. В.Н. Пелипенко – Тольятти: ТГУ, 2005. – 38 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет солнечной радиации

Таблица А1 – Расчет солнечной радиации

	Время суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	ЮВ															
qвп	5	154	316	357	421	418	365	273	-	-	-	-	-	-	-	-
qвр	32	93	131	143	130	107	93	87	85	84	81	77	72	59	39	13
F	5,2															
k1	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	88	586	1060	1186	1307	1245	1086	854	479	473	456	434	405	332	220	73
	СВ															
qвп	108	242	349	318	281	119	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
qвр	20	71	122	149	154	139	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12
F	2,6															
k1	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	360	881	1326	1315	1225	726	391	327	124	116	109	101	87	69	41	14
	СЗ															
qвп	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	119	281	418	449	342	108
qвр	12	35	58	73	85	92	98	105	116	131	149	154	149	122	71	20
F	5,2															
k1	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
k2	0,95															
βсз	1															
Qср	68	197	327	411	479	518	552	591	275	330	635	1031	1344	1354	979	304
Qобщ	516	1664	2713	2912	3010	2489	2029	1772	878	919	1201	1566	1836	1755	1240	391

АксонOMETрические схемы и гидравлический расчет системы отопления



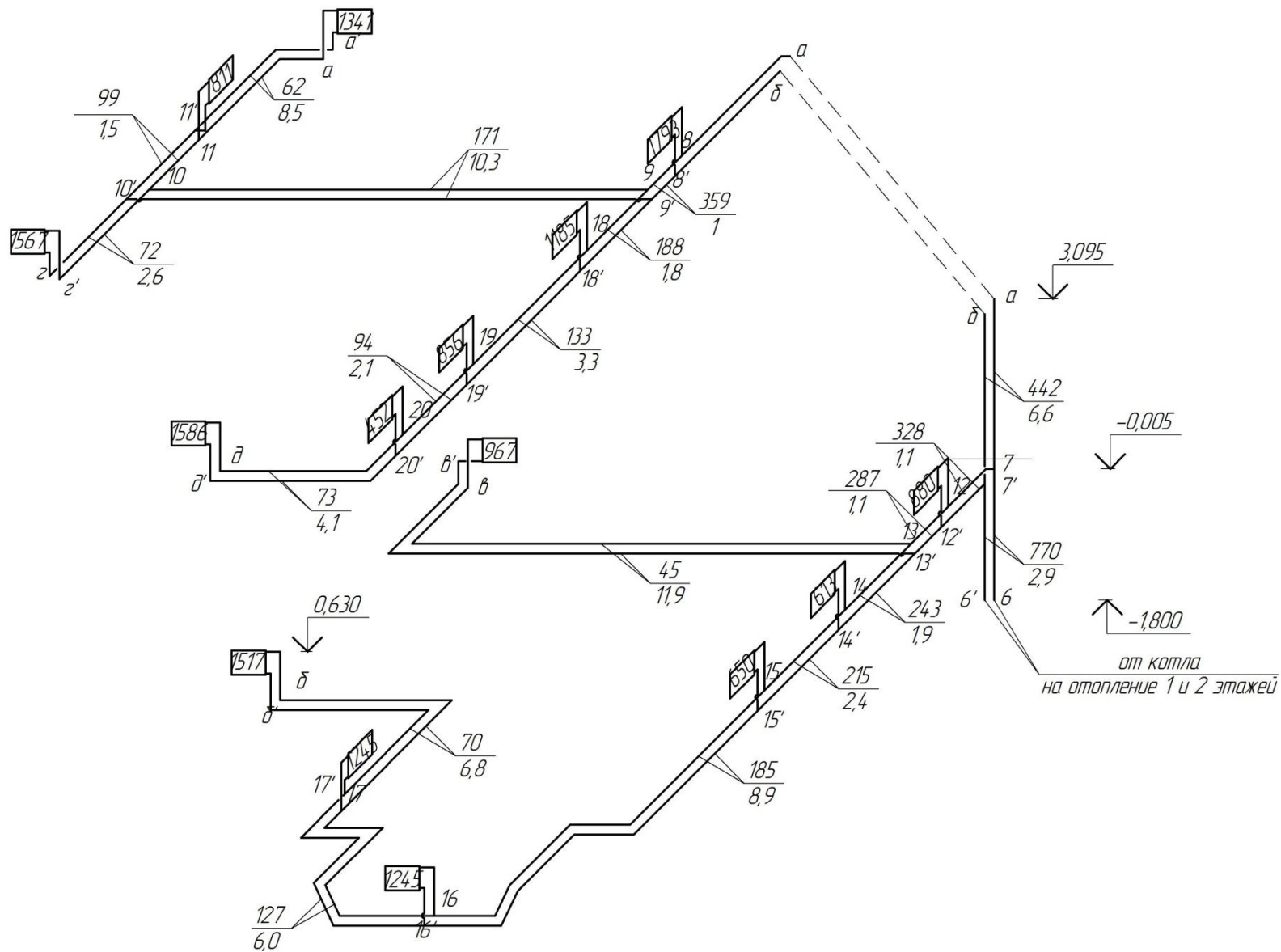


Рисунок Б4 – Схема системы отопления контура 5

Таблица Б1 – Гидравлический расчет системы отопления

Главное циркуляционное кольцо через контур 5											
Δp _p =40000 Па											
№	l,м	G _{уч} , кг/ч	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-6	6,2	1927	233	32	995	6169,0	1,4	3	2874,0	9043	Вентиль, отвод 2 шт., тройник проходной
6-7	2,9	770		25	617	1789,3	0,9	3	1188,0	2977	Вентиль, отвод
7-8	6,6	442		25	257	1696,2	0,6	3	528,0	2224	Тройник проходной, отвод 2 шт.
8-9	1,0	359		25	177	177,0	0,5	1	122,0	299	Тройник проходной
9-10	10,3	171		20	155	1596,5	0,4	1,5	117,3	1714	Тройник поворотный
10-11	1,5	99		20	62	93,0	0,2	1,73	33,9	127	Тройник на деление потока
11-a	8,5	62		16	69	589,3	0,17	2,5	35,3	625	Тройник проходной, отвод
a-a'	1,2	62		16	69	80,0	0,17	27,5	387,8	2468	Отвод 3 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
a'-11'	8,5	62		16	69	589,3	0,17	2,5	35,3	625	Отвод, тройник проходной
11'-10'	1,5	99		20	62	93,0	0,2	1,73	33,9	127	Тройник на слияние потоков
10'-9'	10,3	171		20	155	1596,5	0,4	7,5	586,5	2183	Скоба 2 шт., тройник поворотный
9'-8'	1,0	359		25	177	177,0	0,5	1	122,0	299	Тройник проходной
8'-7'	6,6	442		25	257	1696,2	0,6	2	352,0	2048	Отвод, тройник проходной
7'-6'	2,9	770		25	617	1789,3	0,9	3	1188,0	2977	Вентиль, отвод
6'-1'	6,2	1927		32	995	6169,0	1,4	3	2874,0	9043	Вентиль, отвод 2 шт.
Σ										35778	
Запас										0,11	

Продолжение таблицы Б1

Δp _p =12738 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7-12	1,1	328	129	25	146	160,6	0,4	3	234,6	395	Тройник на поворот, отвод
12-13	1,1	287		25	119	130,9	0,4	1	78,2	209	Тройник проходной
13-14	1,9	243		20	262	497,8	0,47	1	107	605	Тройник проходной
14-15	2,4	215		20	214	619,0	0,4	1	78,2	697	Тройник проходной
15-16	8,9	185		20	155	1379,5	0,4	8	625,6	2005	Тройник проходной, отвод 4 шт.
16-17	6	127		20	83	498,0	0,25	9,5	289,8	788	Тройник проходной, отвод 4 шт.
17-6	6,8	70		16	87	591,6	0,2	2,5	49	641	Тройник проходной, отвод
6-6'	1,16	70		16	87	100,9	0,2	27,5	539	2640	Отвод 3 шт, вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
6'-17'	6,8	70		16	87	591,6	0,2	2,5	49	641	Отвод, тройник проходной
17'-16'	6	127		20	83	498,0	0,25	8	244	742	Отвод 4 шт., тройник проходной
16'-15'	8,9	185		20	155	1379,5	0,4	8	625,6	2005	Отвод 4 шт., тройник проходной
15'-14'	2,4	215		20	214	513,6	0,4	1	78,2	592	Тройник проходной
14'-13'	1,9	243		20	262	497,8	0,47	1	107	605	Тройник проходной
13'-12'	1,1	287		25	119	130,9	0,4	1	78,2	209	Тройник проходной
12'-7'	1,1	328	25	146	160,6	0,4	1,5	117,3	278	Тройник поворотный	
Σ										12051	
Невязка										0,05	
Δp _p =12738 Па											
7-12	1,1	328	129	25	146	160,6	0,4	3	234,6	395	Тройник на поворот, отвод
12-13	1,1	287		25	119	130,9	0,4	1	78,2	209	Тройник проходной
13-14	1,9	243		20	262	497,8	0,47	1	107	605	Тройник проходной
14-15	2,4	215		20	214	619,0	0,4	1	78,2	697	Тройник проходной
15-16	8,9	185		20	155	1379,5	0,4	8	625,6	2005	Тройник проходной, отвод 4 шт.
16-17	6	127		20	83	498,0	0,25	9,5	289,8	788	Тройник проходной, отвод 4 шт.

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17-6	6,8	70	129	16	87	591,6	0,2	2,5	49	641	Тройник проходной, отвод
6-6'	1,16	70		16	87	100,9	0,2	27,5	539	2640	Отвод 3 шт, вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
6'-17'	6,8	70		16	87	591,6	0,2	2,5	49	641	Отвод, тройник проходной
17'-16'	6	127		20	83	498,0	0,25	8	244	742	Отвод 4 шт., тройник проходной
16'-15'	8,9	185		20	155	1379,5	0,4	8	625,6	2005	Отвод 4 шт., тройник проходной
15'-14'	2,4	215		20	214	513,6	0,4	1	78,2	592	Тройник проходной
14'-13'	1,9	243		20	262	497,8	0,47	1	107	605	Тройник проходной
13'-12'	1,1	287		25	119	130,9	0,4	1	78,2	209	Тройник проходной
12'-7'	1,1	328		25	146	160,6	0,4	1,5	117,3	278	Тройник поворотный
Σ										12051	
Невязка										0,05	
Δp _p =11960 Па											
13-в	11,9	45	280	16	38	452,6	0,12	3	21,12	474	Тройник поворотный, отвод
в-в'	1,16	45		16	38	44,1	0,12	27,5	193,6	2238	Отвод 3 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
в'-13'	11,9	45		16	38	452,6	0,12	6	42,24	495	Отвод, скоба, тройни на поворот
Σ										3206	Избыточное давление 11960-3206=8753 Па, положение штока 3
Невязка										0,73	

Продолжение таблицы Б1

Δp _p =3971 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10-Г	2,6	72	365	16	87	226,2	0,2	4,79	93,88	320	Тройник на деление потоков, отвод
Г-Г'	1,2	72		16	87	100,9	0,2	27,5	539	2640	Отвод 3 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
Г'-10'	2,6	72		16	87	226,2	0,2	6,29	123,3	349	Тройник на слияние потоков, скоба
Σ										3309	Избыточное давление 3971-3309=661 Па, положение штока 10
Невязка										0,17	
Δp _p =8465 Па											
8-8'	1,2	83	4269	16	215	249,4	0,23	32	828,8	3078	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										3078	Избыточное давление 8465-3078=5387 Па
Невязка										0,64	
Δp _p =3717 Па											
11-11'	1,2	37	1874	16	26	30,2	0,1	30,5	149,1	2179	Тройник поворотный, отвод 3 шт., вентиль, прибор, кран, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2179	Избыточное давление 3717-2179=1538 Па
Невязка										0,41	
Δp _p = 12738 Па											
12-12'	1,2	41	6424	16	32	37,1	0,11	32	189,1	2226	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2226	Избыточное давление 12738-2226=10512 Па
Невязка										0,83	

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Δp _p = 10750 Па											
14-14'	1,2	28	5421	16	26	30,2	0,1	32	156,5	2187	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2187	Избыточное давление 10750-2187=8563 Па
Невязка										0,80	
Δp _p = 9461 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15-15'	1,2	30	4771	16	26	30,2	0,1	32	156,5	2187	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2187	Избыточное давление 9461-2187=7274 Па
Невязка										0,77	
Δp _p =5451 Па											
16-16'	1,2	57	2749	16	63	73,1	0,16	32	400	2473	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2473	Избыточное давление 5451-2473=2978 Па
Невязка										0,55	
Δp _p = 3921 Па											
17-17'	1,2	57	1977	16	63	73,1	0,16	29	362,5	2436	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2436	Избыточное давление 3921-2436=1485 Па
Невязка										0,38	

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Δp _p =6003 Па											
18-18'	1,2	55	3028	16	56	65,0	0,15	32	374,4	2439	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2439	Избыточное давление 6003-2439=3564 Па
Невязка										0,59	
Δp _p = 4078 Па											
19-19'	1,2	39	2057	16	32	37,1	0,11	32	189,1	2226	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2226	Избыточное давление 4078-2226=1852 Па
Невязка										0,45	
Δp _p = 3481 Па											
20-20'	1,2	21	1755	16	26	30,2	0,1	32	156,5	2187	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2187	Избыточное давление 3481-2187=1294 Па
Невязка										0,37	

Продолжение таблицы Б1

Контур 2											
$\Delta p_p=26000 \text{ Па}$											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3-4	10	312	460	20	443	4319	0,7	10	2390	6709	Вентиль, отвод 5 шт.
4-a	4	156		16	343	1372	0,53	1	137	1509	Тройник проходной
a-a'	1,13	156		16	343	386	0,53	29	1543	3929	Отвод 4 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
a'-4'	4	156		16	343	1372	0,53	1	137	1509	Тройник проходной
4'-3'	10	312		20	443	4319	0,7	10	2390	6709	Отвод 5 шт., вентиль
Σ										20365	
Невязка										0,09	
$\Delta p_p=6947 \text{ Па}$											
4-4'	1,13	169	3612	16	402	452	0,57	32	5088	5088	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										5088	Избыточное давление 6947-5088=1859 Па
Невязка										0,27	

Продолжение таблицы Б1

Контур 3											
Δpp =25304 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4-5	0,8	300	373	20	384	307,2	0,63	4	776	1083,2	Вентиль, отвод
5-6	5,9	273		16	1042	6147,8	0,9	3	1188	7335,8	Тройник поворотный, отвод
6-7	4,2	120		16	215	903	0,36	3	189,9	1092,9	Тройник поворотный, отвод
7-8	2,1	93		16	142	298,2	0,26	1,5	49,5	347,7	Тройник проходной
8-a	6	46		16	44	264	0,13	7,5	61,95	325,95	Тройник проходной, отвод 4 шт.
a-a'	1,2	46		16	44	51,04	0,13	29	239,5	2290,6	Отвод 4 шт., кран, прибор, вентиль, клапан 2000 Па
a'-8'	6	46		16	44	264	0,13	7,5	61,95	325,95	Отвод 4 шт., тройник проходной
8'-7'	2,1	93		16	142	298,2	0,26	1,5	49,5	347,7	Тройник проходной
7'-6'	4,2	120		16	215	903	0,36	3	189,9	1092,9	Отвод, тройник проходной
6'-5'	5,9	273		16	1042	6147,8	0,9	3	1188	7335,8	Отвод, тройник проходной
5'-4'	0,8	300		20	384	307,2	0,63	4,5	873	1180,2	Отвод, вентиль
Σ										22759	Избыточное давление 25304-22759=2546 Па
Невязка										0,09	
Δpp =20495 Па											
5-6	3,7	27	1401	16	26	96,2	0,1	3	14,67	110,87	Тройник проходной, отвод
6-6'	1,2	27		16	26	30,16	0,1	26	127,1	2157,3	Отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
6'-5'	3,7	27		16	26	96,2	0,1	3	14,67	110,87	Отвод, тройник проходной
Σ										2379	Избыточное давление 20945-2379=18116 Па
Невязка										0,88	

Продолжение таблицы Б1

Контур 4											
Δp _p =20000 Па											
5-6	9,1	461	201	25	178	1618,0	0,57	6,5	1034	2652	Вентиль, отвод 4 шт.
6-7	2	285		25	119	238,0	0,4	2,5	195,5	434	Тройник поворотный, отвод
7-8	3	244		20	282	846,0	0,5	1,5	183	1029	Тройник проходной
8-9	2,6	204		20	214	556,4	0,4	3	234,6	791	Тройник проходной, отвод
9-10	2,1	163		16	446	936,6	0,6	3	528	1465	Тройник проходной, отвод
10-11	3,7	122		16	227	839,9	0,38	1,5	105,9	946	Тройник проходной
11-12	3,3	81		16	115	379,5	0,23	3	77,7	457	Тройник проходной, отвод
12-a	2,7	41		16	26	70,2	0,1	1,5	7,335	78	Тройник проходной
a-a'	1,2	41		16	26	30,2	0,1	32	156,5	2187	Отвод 4 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, клапан 2000 Па
a'-12'	2,7	41		16	26	70,2	0,1	1,5	7,335	78	Тройник проходной
12'-11'	3,3	81		16	115	379,5	0,23	3	77,7	457	Отвод, тройник проходной
11'-10'	3,7	122		16	227	839,9	0,38	1,5	105,9	946	Тройник проходной
10'-9'	2,1	163		16	446	936,6	0,6	3	528	1465	Отвод, тройник проходной
9'-8'	2,6	204		20	214	556,4	0,4	3	234,6	791	Отвод, тройник проходной
8'-7'	3	244		20	282	846,0	0,5	1,5	183	1029	Тройник проходной
7'-6'	2	285		25	119	238,0	0,4	5	391	629	Отвод 2 шт., скоба, тройник на поворот
6'-5'	9,1	461	25	178	1618,0	0,57	6,5	1034	2652	Отвод 4 шт., вентиль	
Σ										18082	Избыточное давление 22853-21153=1700 Па, положение штока 10
Невязка										0,10	

Продолжение таблицы Б1

Δp _p =12779 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6-13	3,8	385	340	25	182	691,6	0,54	1	142	834	Тройник проходной
13-6'	6,6	192		20	173	1141,8	0,4	4	312,8	1455	Тройник проходной, отвод 2 шт.
6-6'	1,2	192		16	619	718,0	0,6	29	4437	7155	Отвод 4 шт., вентиль, прибор, кран, клапан 2000 Па
6'-13'	6,6	192		20	173	1141,8	0,4	4	312,8	1455	Отвод 2 шт., тройник проходной
13'-6'	3,8	192		25	182	691,6	0,54	1	142	834	Тройник проходной
Σ										11731	Избыточное давление 12779-11731=1048, положение штока 8
Невязка										0,08	
Δp _p = 14788 Па											
7-7'	1,2	41	5909	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 14788-2223=12565 Па
Невязка										0,81	
Δp _p = 12730 Па											
8-8'	1,2	41	4871	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 12730-2223=10507 Па, положение штока 1
Невязка										0,77	
Δp _p = 8077 Па											
9-9'	1,2	41	4073	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 8077-2223=5854 Па
Невязка										0,72	

Продолжение таблицы Б1

Δp _p = 5148 Па											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10-10'	1,2	41	2596	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 5148-2223=2925 Па
Невязка										0,57	
Δp _p = 3256 Па											
11-11'	1,2	41	1642	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 3256-2223=1033 Па
Невязка										0,32	
Δp _p = 2211 Па											
12-12'	1,2	41	1115	16	29	33,6	0,11	29	171,4	2205	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2205	Избыточное давление 2211-2205=6 Па
Невязка										0,002	
Δp _p = 10064 Па											
14-14'	1,2	41	5076	16	29	33,6	0,11	32	189,1	2223	Тройник поворотный, отвод 2 шт., вентиль, прибор, кран, скоба, тройник поворотный, клапан 2000 Па
Σ										2223	Избыточное давление 10064-2223=7841 Па
Невязка										0,78	

Приложение В

Гидравлический расчет теплого пола

Таблица В1 – Гидравлический расчет теплого пола

[illegible]

Приложение Г

Расчет площади отопительных приборов

Таблица Г1 – Расчет площадь отопительных приборов

№	β_1	β_2	$Q_{\text{пом}},$ Вт	$G_{\text{ст}},$ кг/ч	$G_{\text{пр}},$ кг/ч	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{в}},$ $^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{в}},$ Вт/м	$l_{\text{в}}, \text{м}$	$q_{\text{г}},$ Вт/м	$l_{\text{г}}, \text{м}$	$q_{\text{пр}},$ Вт/м ²	$Q_{\text{тр}},$ Вт	$Q_{\text{пр}},$ Вт	$F_{\text{пр}},$ м ²	β_3	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Контур 2																			
1	1,0 5	1,0 3	3390	315	158	80	60	16	54	74	0,72 5	93	6,3	293,7	640	2814	9,6	0,97 6	6
2	1,0 5	1,0 3	3389	315	158	80	60	16	54	74	0,72 5	93	4,8	293,6	500	2939	10, 0	0,97 6	7
Контур 3																			
1	1,0 5	1,0 3	3315	303	154	80	60	16	54	74	1,12 5	93	3,8	287,2	437	2922	10, 2	0,97 6	7
2	1,0 5	1,0 3	586	303	27	80	60	16	54	74	0,72 5	93	3	50,8	333	287	5,6	0,98 1	4
3	1,0 5	1,0 3	1008	303	47	80	60	16	54	74	0,72 5	93	3,6	87,3	388	658	7,5	0,97 8	5
4	1,0 5	1,0 3	1009	303	47	80	60	16	54	74	0,72 5	93	3,6	87,4	388	659	7,5	0,97 8	5
5	1,0 5	1,0 3	591	303	27	80	60	16	54	74	0,72 5	93	1	51,2	147	459	9,0	0,97 7	6
Контур 4 (подвал)																			
1	1,0 5	1,0 3	4177	5330	194	80	60	16	54	74	2,82 5	93	9,8	361,9	1120	3169	8,8	0,97 7	6
2	1,0 5	1,0 3	4177	5330	194	80	60	16	54	74	0,72 5	93	6,7	361,9	677	3568	9,9	0,97 6	7

Таблица Г2 – Расчет площади отопительных приборов

№	β_1	β_2	$Q_{\text{пом}},$ Вт	$G_{\text{ст}},$ кг/ч	$G_{\text{пр}},$ кг/ч	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{пр}},$ Вт/м ²	$Q_{\text{пр}},$ Вт	$F_{\text{пр}},$ м ²	β_3	N, шт
Контур 4														
3	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
4	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
5	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
6	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
7	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
8	1,05	1,03	884	5330	41,1	80	60	27	43	54,6	884	16,2	0,98	11
9	1,05	1,03	886	5330	41,2	80	60	27	43	54,6	886	16,2	0,98	11
Контур 5														
1	1,05	1,03	880	777	40,924	80	60	20	50	68,7	880	12,8	0,98	9
2	1,05	1,03	613	777	28,507	80	60	24	46	42,8	613	14,3	0,98	10
3	1,05	1,03	650	777	30,228	80	60	20	50	50,8	650	12,8	0,98	9
4	1,05	1,03	1245	777	57,898	80	60	20	50	97,2	1245	12,8	0,98	9
5	1,05	1,03	1245	777	57,898	80	60	20	50	97,2	1245	12,8	0,98	9
6	1,05	1,03	1517	777	70,547	80	60	18	52	124,9	1517	12,1	0,98	8
7	1,05	1,03	967	777	44,97	80	60	20	50	75,5	967	12,8	0,98	9
8	1,05	1,03	1793	777	83,383	80	60	20	50	140,0	1793	12,8	0,98	9
9	1,05	1,03	1185	777	55,108	80	60	24	46	82,7	1185	14,3	0,98	10
10	1,05	1,03	856	777	39,808	80	60	24	46	59,7	856	14,3	0,98	10
11	1,05	1,03	452	777	21,02	80	60	20	50	35,3	452	12,8	0,98	9
12	1,05	1,03	1586	777	73,756	80	60	20	50	123,8	1586	12,8	0,98	9
13	1,05	1,03	811	777	37,715	80	60	20	50	63,3	811	12,8	0,98	9
14	1,05	1,03	1341	777	62,363	80	60	20	50	104,7	1341	12,8	0,98	9
15	1,05	1,03	1567	777	72,873	80	60	20	50	122,4	1567	12,8	0,98	9

Схема горячего водоснабжения

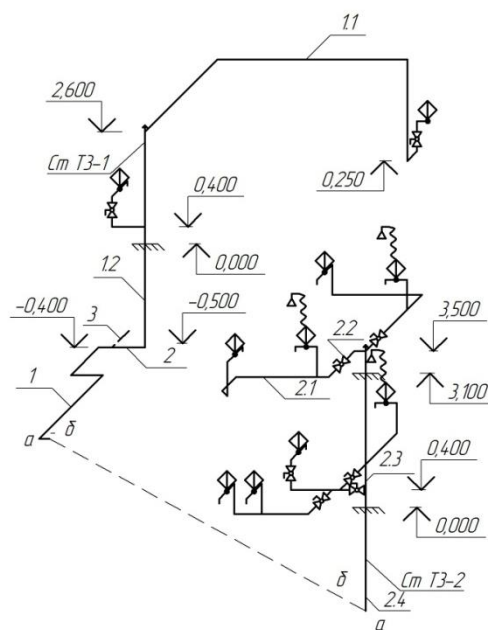
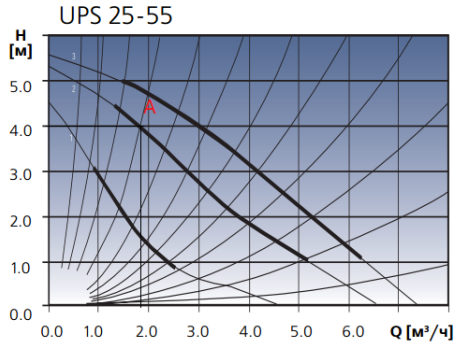
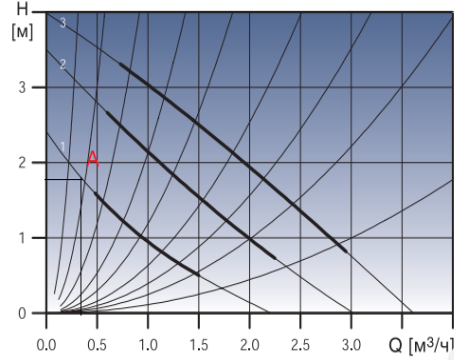


Рисунок Д1 – Схема горячего водоснабжения

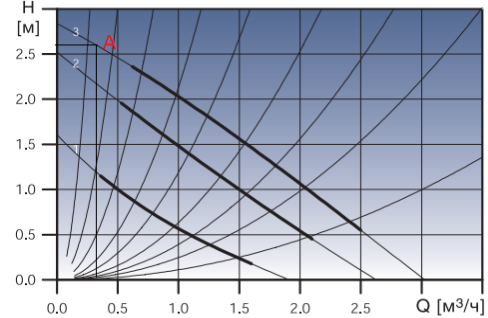
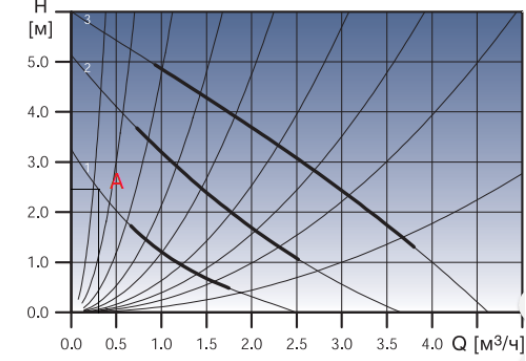
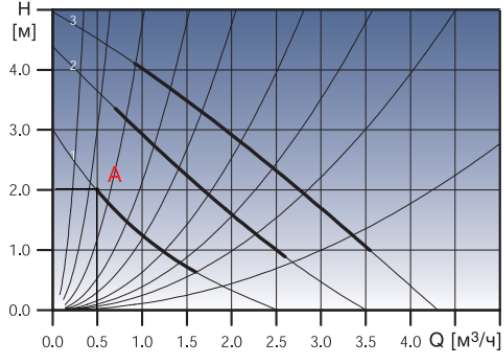
ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Характеристика циркуляционных насосов системы отопления

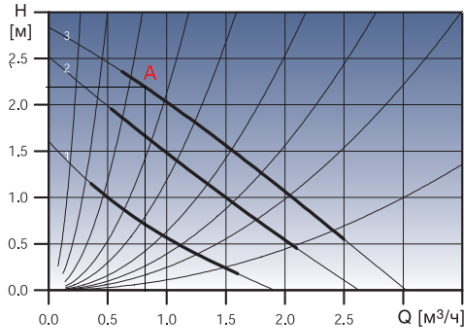
Таблица Е1 – Характеристика циркуляционных насосов системы отопления

№	Наименование	Характеристика
1	2	3
1	Насос системы отопления	 UPS 25-55
2	Насос контура 1	 UPS 25-40

Продолжение таблицы Е1

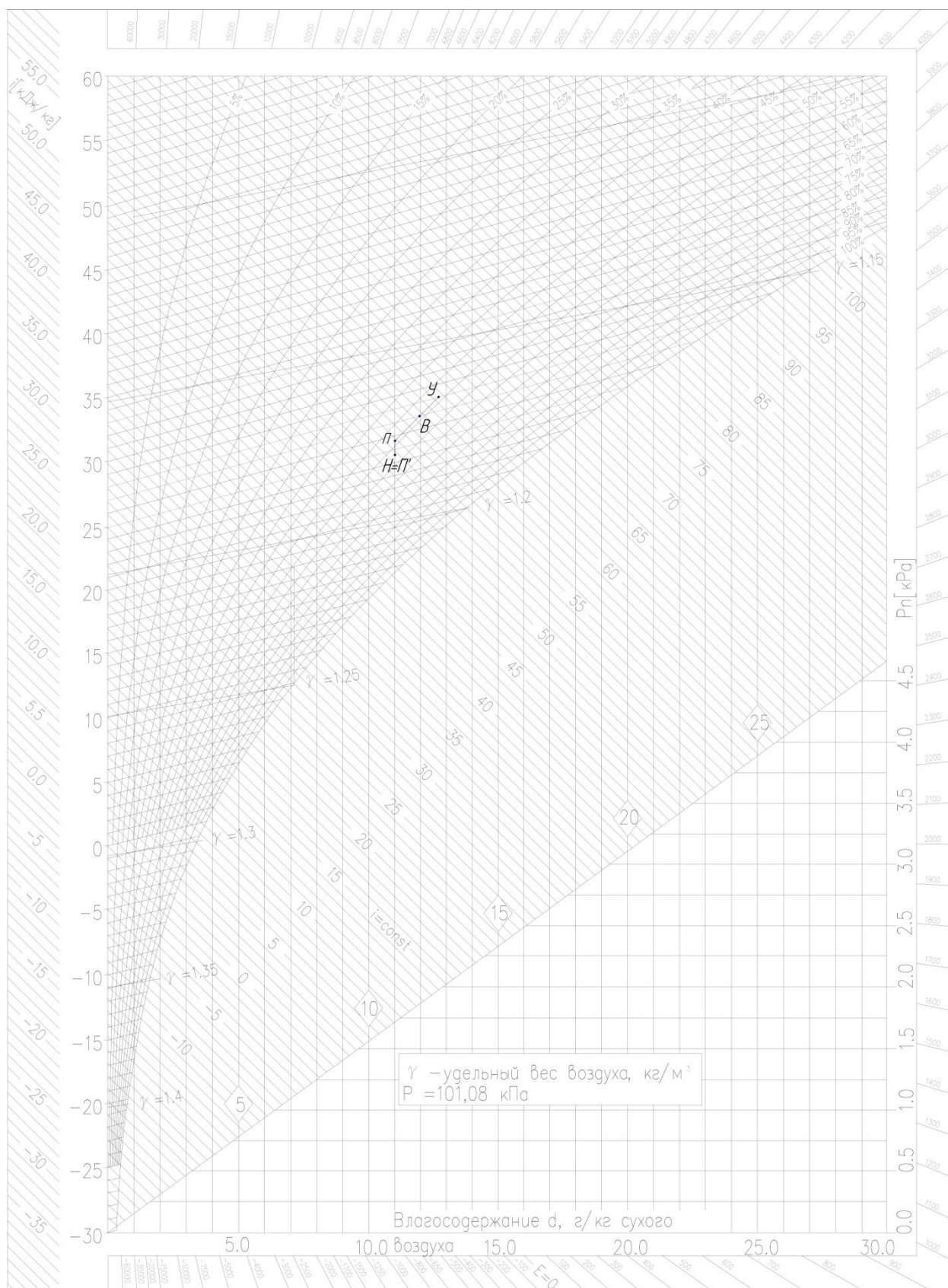
1	2	3
3	Насос контура 2	UPS 25-30 
4	Насос контура 3	UPS 25-60 
5	Насос контура 4	UPS 25-50 

Продолжение таблицы Е1

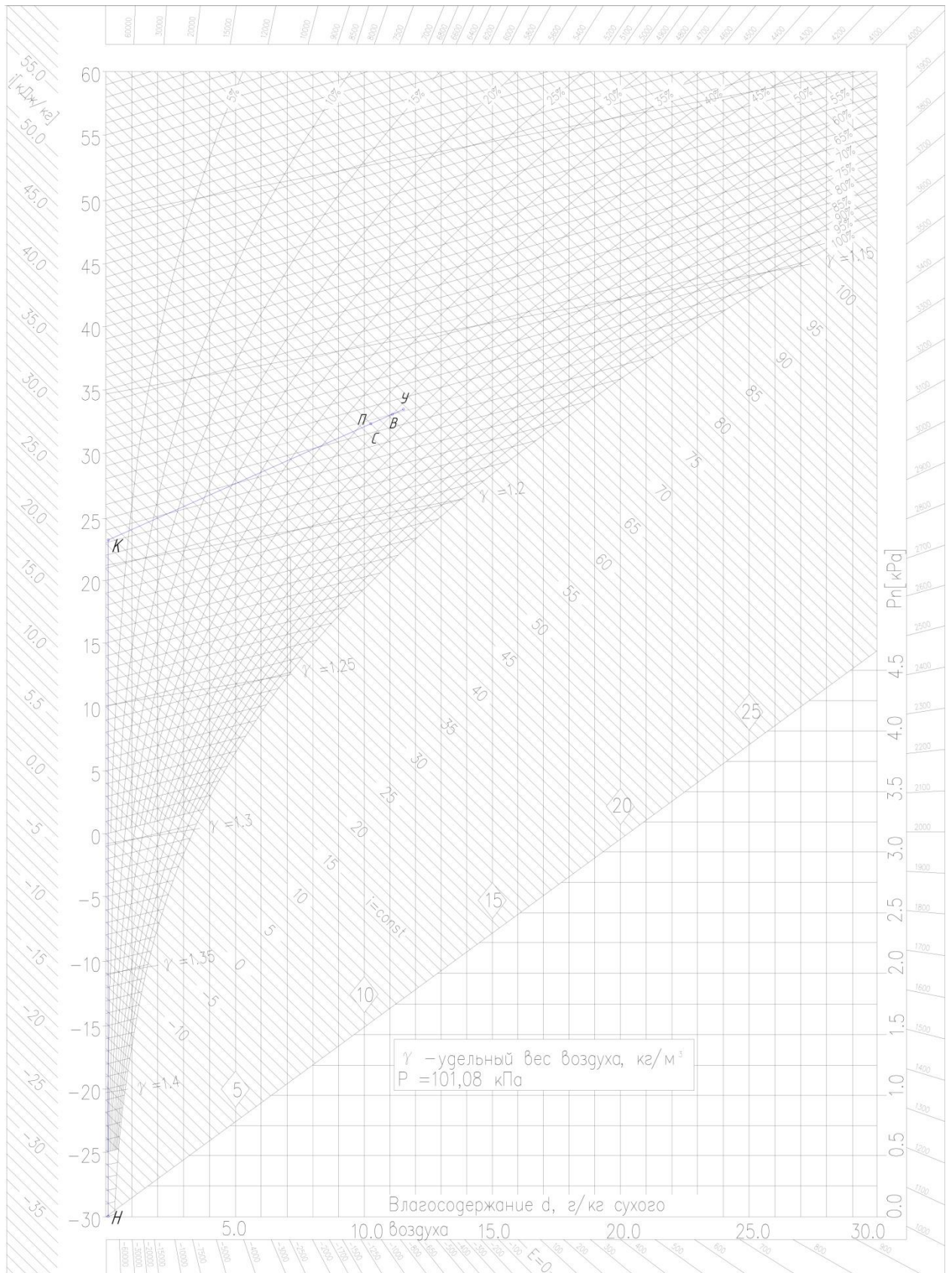
1	2	3
6	Насос на контур 5	UPS 25-30 

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

I-d диаграмма в ТП



I-d диаграмма в ХП



ПРИЛОЖЕНИЕ И

АксонOMETрические схемы систем вентиляции

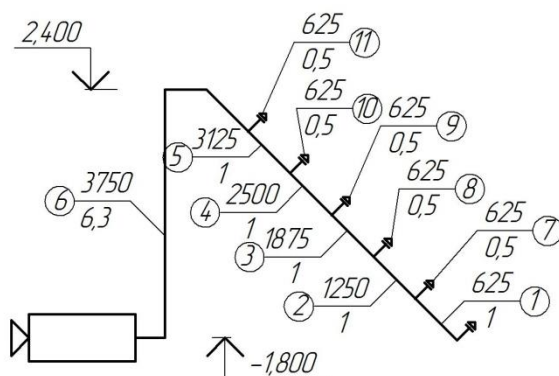


Рисунок И1 – Схема системы П1

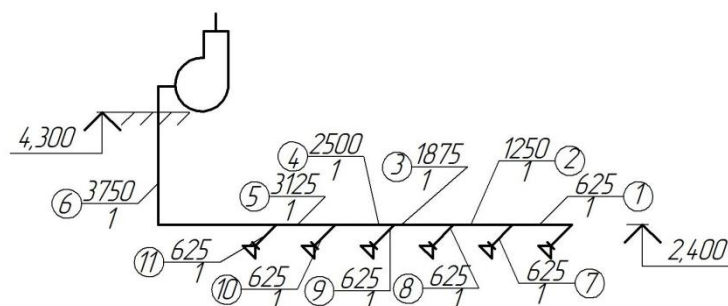


Рисунок И2 – Схема системы В1

ПРИЛОЖЕНИЕ К

АксонOMETрическая схема естественной вентиляции

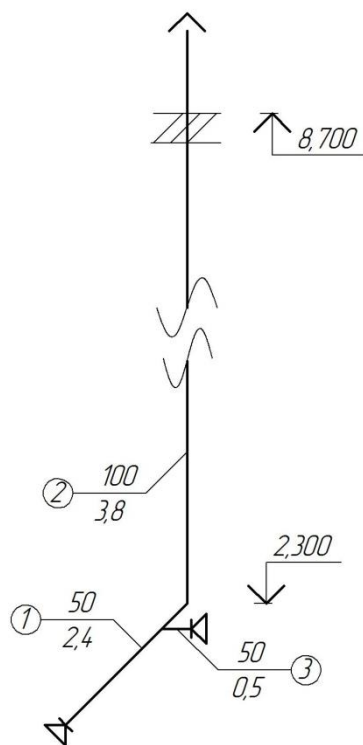


Рисунок К1 – Схема системы ВЕ9

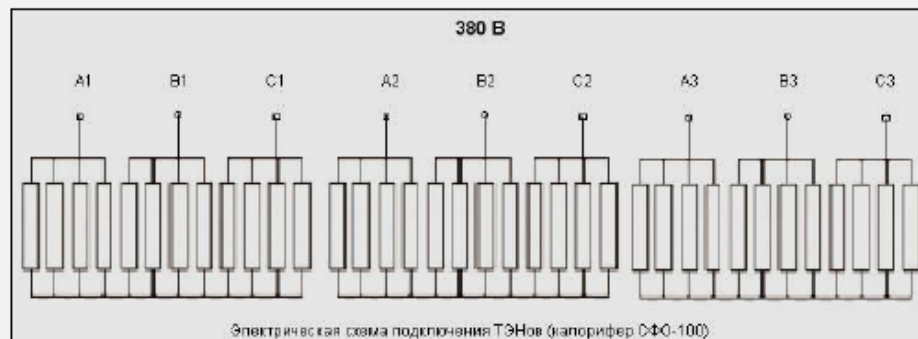
ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Техническая характеристика калорифера



Электрокалорифер СФО-60. Технические данные. Схема подключения.

•Производительность по воздуху - **4000 м³/час**. Установленная мощность по теплу - **67.5 кВт**. Число оребренных нагревателей - **27 штук**. Аэродинамическое сопротивление калорифера - **250 Па**. Площадь фронтального сечения для прохода воздуха - **0.2185 м²**. Температурная разница входящего-выходящего воздушного потока - **до 60°C**. Количество секций обогрева - **3 штуки**. Тепловая мощность одной секции - **22.5 кВт**. Вес теплового модуля - **36 кг**. Габаритные размеры - **526x710x240 мм**.

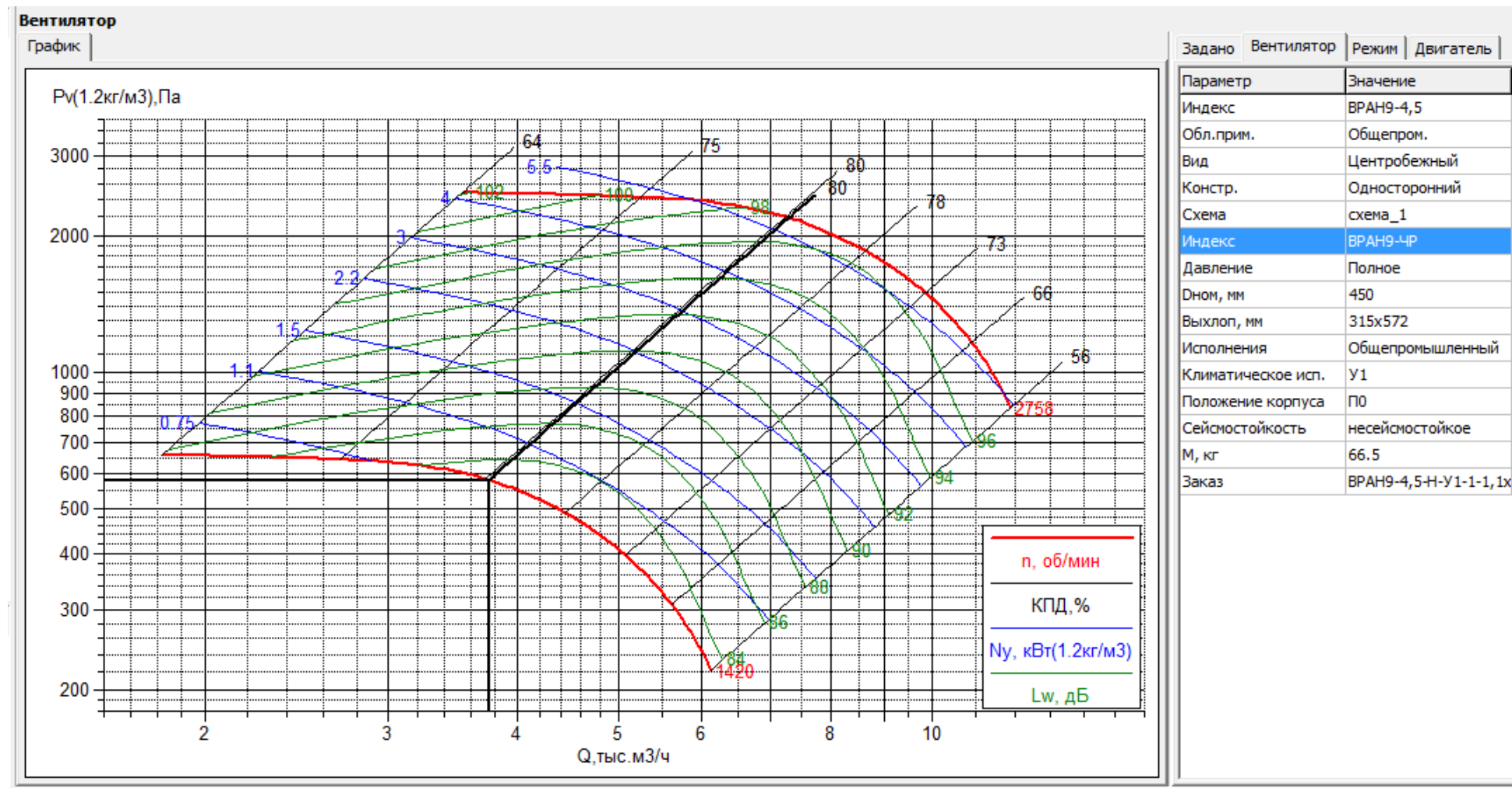


Электрокалорифер СФО-100. Характеристики.

•Объем нагреваемого воздуха в час - **5000 м³**. Тепловая мощность установки - **90 кВт**. Количество оребренных трубчатых нагревателей - **36 штук**. Воздушное сопротивление отопительного модуля - **250 Па**. Площадь фронтального сечения для прохода воздуха - **0.2867 м²**. Перепад температур входящего и нагретого воздуха - **до 60°C**. Число нагревательных секций - **3 штуки**. Мощность каждой секции - **30 кВт**. Вес блока в сборе - **49 кг**. Габариты - **665x710x240 мм**.



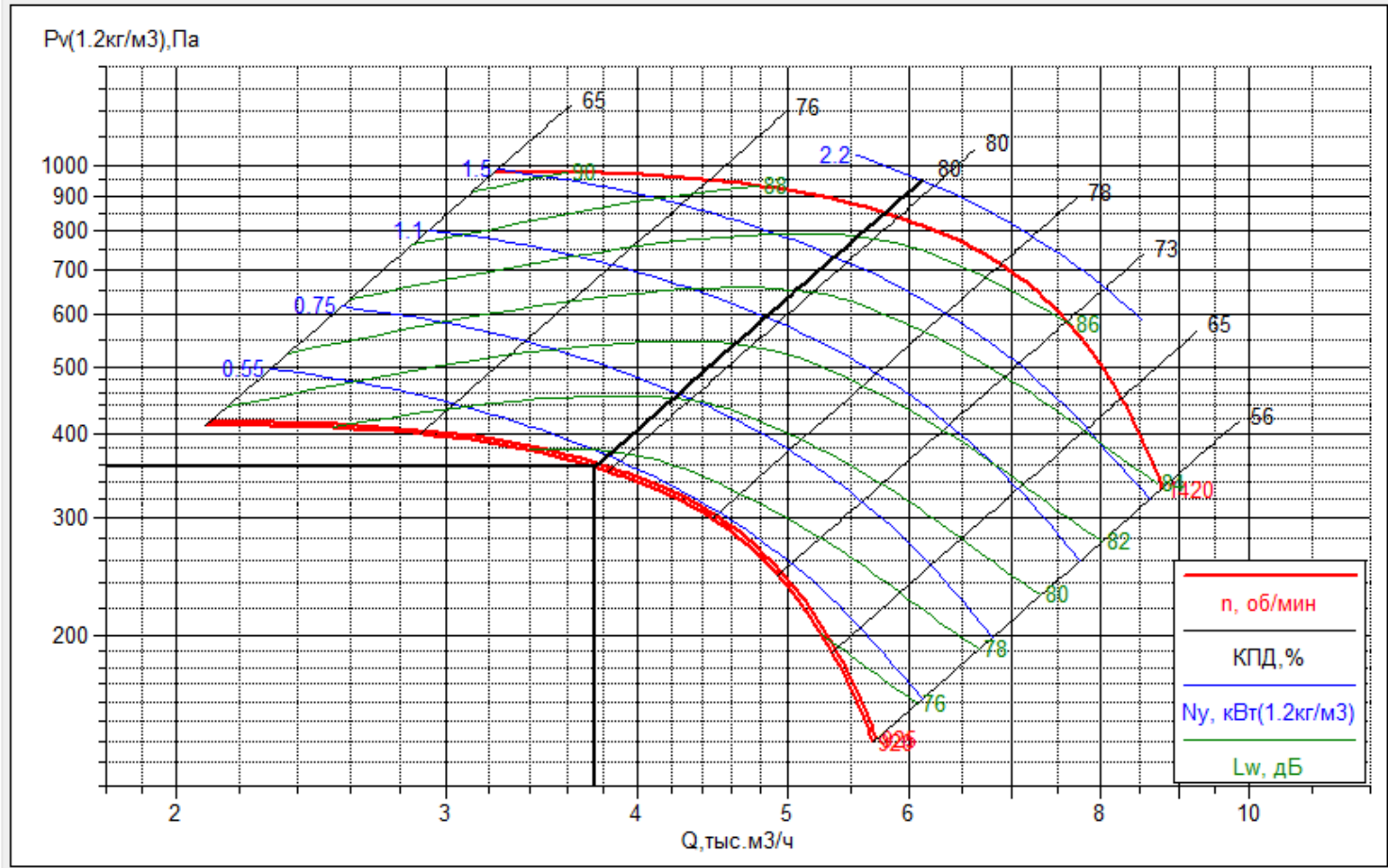
ПРИЛОЖЕНИЕ М Характеристика вентилятора П1



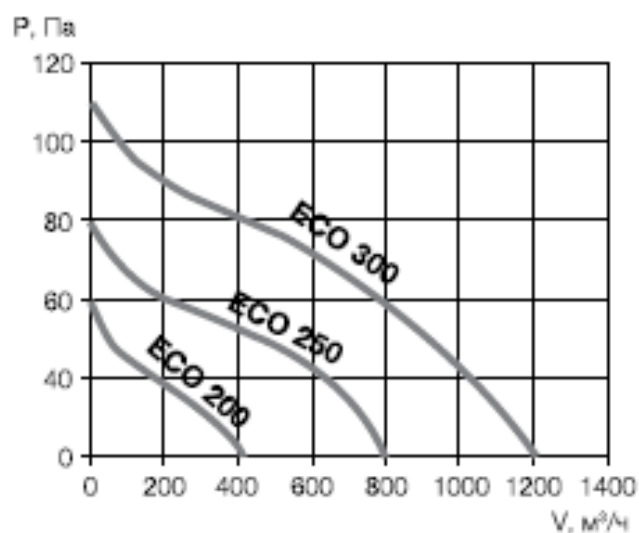
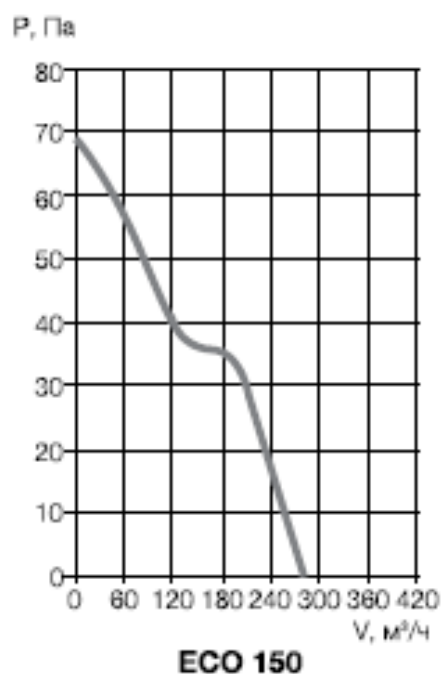
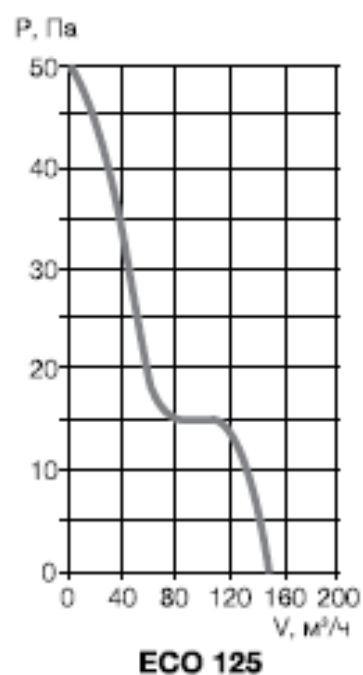
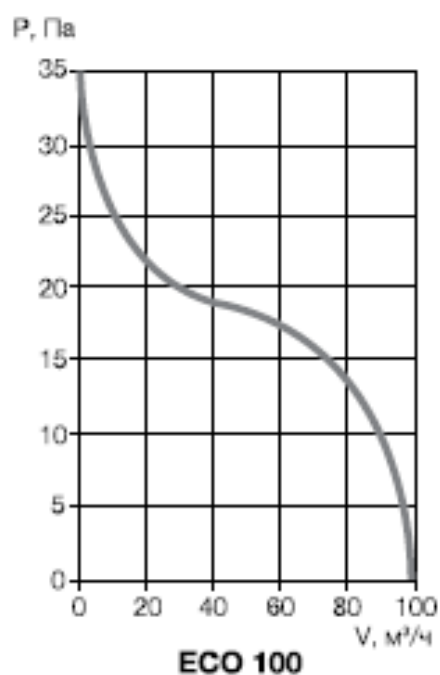
Характеристика вентилятора В1

Вентилятор

График



Задано	Вентилятор	Режим	Двигатель
Параметр	Значение		
Индекс	ВРАН6-5,6		
Обл.прим.	Общепром.		
Вид	Центробежный		
Констр.	Односторонний		
Схема	схема_1		
Индекс	ВРАН6		
Давление	Полное		
Дном, мм	560		
Выхлоп, мм	392х711		
Исполнения	Общепромышленный		
Климатическое исп.	У1		
Положение корпуса	П0		
Сейсмостойкость	несейсмостойкое		
М, кг	98		
Заказ	ВРАН6-5,6-Н-У1-1-0,55		



ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Схема хозяйственного-противопожарного водоснабжения

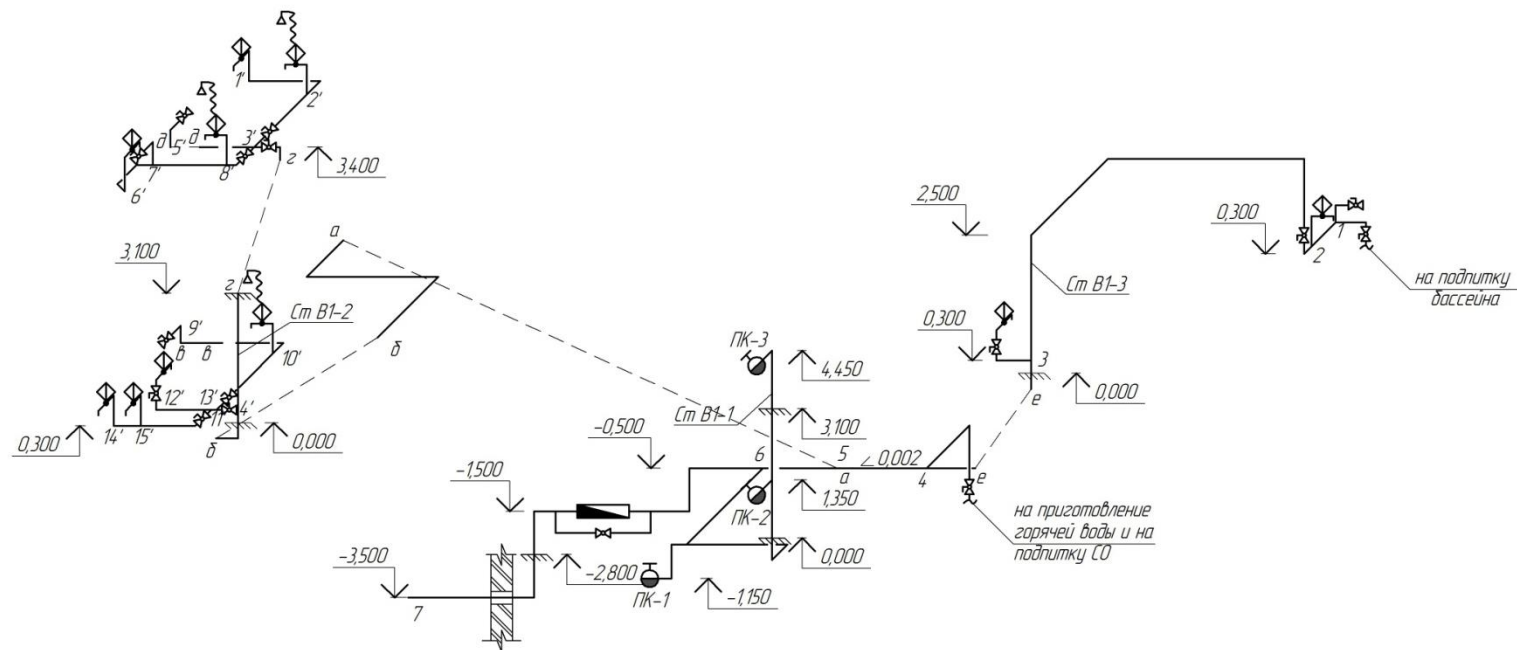


Рисунок Н1 – Схема хозяйственно-противопожарного водоснабжения

ПРИЛОЖЕНИЕ О

Схема водоотведения

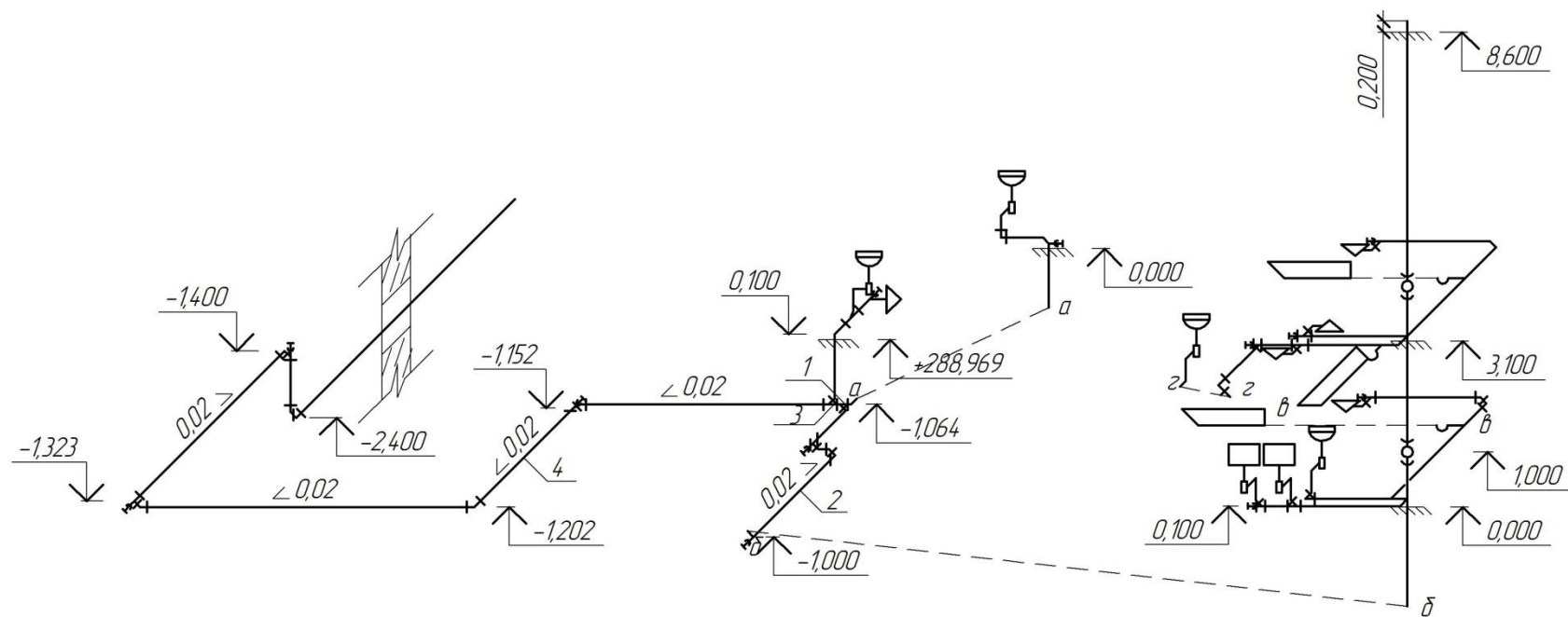


Рисунок И1 – Схема водоотведения

