

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

«Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему г. Тольятти. Храм преподобного Серафима Саровского. Инженерные сети.

Обучающийся

В.Е. Николаев

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.н.т., доцент центра Инженерного оборудования, Е.В. Чиркова

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

Тольятти, 2024

Аннотация

«В данной выпускной квалификационной работе были запроектированы системы отопления, вентиляции, водоснабжения и водоотведения в храме в честь преподобного Серафима Саровского. В ходе работы проделан теплотехнический расчёт. Проведён расчёт теплопотерь храма и определена требуемая мощность системы отопления. Проведён гидравлический расчёт системы отопления, рассчитаны и подобраны отопительные приборы и смесительный насос. Определены тепло- и влагопоступления, и предложены меры по борьбе с ними. Рассчитан воздухообмен и подобраны диаметры воздуховодов и потери давления сети. В программе Eurovent-engineer, подобрано оборудование и автоматика приточной камеры. Рассчитана воздушно-тепловая завеса. Подобрана автоматика для регулирования количества тепла подаваемого в систему отопления в тепловом пункте. Рассмотрен вопрос безопасности жизнедеятельности работ при монтаже и определена трудоёмкость работ при монтаже вентиляционной установки и воздуховодов» [20].

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные	6
1.1 Выбор параметров наружного воздуха.....	6
1.2 Выбор параметров внутреннего воздуха.....	6
1.3. Архитектурно–планировочное описание объекта.....	7
1.4 Источники теплоснабжения.....	7
2 Теплотехнический расчёт.....	8
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	8
2.2 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата.....	12
2.3 Расчёт теплопотерь	15
3 Отопление	19
3.1 Конструирование системы отопления	19
3.2 Гидравлический расчёт	19
3.3 Расчёт отопительных приборов.....	22
3.4 Расчёт и подбор насоса.....	23
4 Вентиляция.....	25
4.1 Расчёт теплопоступлений.....	25
4.2 Расчёт воздухообмена.....	29
4.3 Расчёт воздухораспределительных устройств	32
4.4 Аэродинамический расчёт	36
4.5 Подбор оборудования в программе Eurovent-engineer	37
4.6 Расчёт и подбор воздушно-тепловых завес.....	39
5 Водоснабжение и водоотведение	41
5.1 Определение расчётных расходов воды и подбор счётчика	41
5.2 Гидравлический расчёт систем водоснабжения и водоотведения.....	45
5.3 Определение требуемого напора в точке подключения	45
6 Контроль и автоматизация	46

7	Безопасность жизнедеятельности.....	49
8	Организация монтажных работ	52
8.1	Этапы монтажа вентиляционной системы	52
8.2	Определение состава и объема работ	54
	Заключение	57
	Список используемых источников.....	58
	Приложение А Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.....	61
	Приложение Б Расчёт системы отопления	64
	Приложение В Расчёт системы вентиляции.....	73
	Приложение Г Расчёт системы водоснабжения.....	84
	Приложение Д Монтажная схема системы П1	86

Введение

Объектом проектирования является храм преподобного Серафима Саровского.

Целью данной работы является проектирование систем отопления и вентиляции, водоснабжения и водоотведения православного храма. А также подбор оборудования и автоматики.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- определение температуры, влажности и скорости наружного воздуха, чтобы обеспечить эффективное отопление в холодное время и хорошую вентиляцию в теплое и холодное время года;
- учесть архитектурные особенности здания – высоты потолков, объема помещений, наличия икон и других религиозных предметов, которые могут требовать особого микроклимата;
- расчет теплопотерь и определение толщин теплоизоляции покрытий и перекрытий;
- выбор системы отопления – рассмотрение различных типов отопительных систем, таких как однотрубная и двухтрубная система и их соответствие требованиям храма;
- проектирование системы вентиляции – создание системы вентиляции, которая обеспечит достаточный приток свежего воздуха и удаление избыточной влажности, особенно во время богослужений.

1 Исходные данные

1.1 Выбор параметров наружного воздуха

«Параметры наружного воздуха определяются по местными климатическими условиями в соответствии с СП [24, табл. 10]. Параметры наружного воздуха для проектирования инженерных сетей, города Тольятти приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха

Период года и параметр	$t_{н}, ^\circ\text{C}$	$I_{н}, \text{кДж/кг}$	$\varphi_{н}, \%$	$\vartheta_{н}, \text{м/с}$
Теплый (А)	25	52,6	63	2,3
Холодный (Б)	-27	-26,4	80	3,5

Другие параметры:

- продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 ^\circ\text{C}$, $Z_{от.пер.} = 196$ сут;
- средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 ^\circ\text{C}$, $t_{от} = -4,7 ^\circ\text{C}$;
- зона влажности на территории строительства объекта согласно СП [24, Приложению А] – сухая» [24].

1.2 Выбор параметров внутреннего воздуха

Определяются по стандарту [2], были выбраны допустимые параметры внутреннего воздуха во всех помещениях храма и приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха помещений храма

«Период года	Помещения	Допустимые параметры микроклимата		
		$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{в}, \text{м/с}$	$\vartheta_{в}, \text{м/с}$
ХП	Алтарь	14	50	0,1
	Трапезная	14	50	0,2
	Мансардная	16	50	0,2
ТП	Все помещения	28	75	0,3

1.3. Архитектурно–планировочное описание объекта

Проектируемый храм будет строиться в г. Тольятти. Храм Божий есть особое, посвященное Богу здание, в котором кроме других служб совершается божественная литургия.

Здание церкви расположено отдельно и обращено своим основным фасадом на запад. Его размеры составляют 29,95 м в длину и 19,25 м в ширину, площадь занятой земельной застройки равна 403 м², а объем внутреннего пространства – 4174 м³. Архитектура церкви включает в себя алтарную часть, куда могут входить только священнослужители или те кого благословит настоятель храма, центральную часть и трапезную для молящихся, мансардное помещение для певчих. А ещё колокольню и неотапливаемый подвал. За отметку ноль принят чистый пол центральной части, алтарная часть находится на отметке +0,360 м, мансардное помещение – на +3,800 м, а подвал – на отметке -3,300 м. Для естественного освещения фасады церкви оснащены двухкамерными деревянными стеклопакетами. В случае пожара предусмотрены два запасных выхода, ориентированных на запад.

1.4 Источники теплоснабжения

Источник теплоснабжения – ТЭЦ Ваза с параметрами теплоносителя 150-70°С. «Теплоснабжение проектируемых инженерных систем будет происходить от индивидуального теплового пункта, который будет находится в подвале.

Проектируемое теплоснабжение инженерных сетей осуществляется от индивидуального теплового пункта путем автоматической настройки параметров теплоносителя, а также его учёта.

Теплоносителем системы отопления является вода с параметрами T11 = 90°С и T21 = 70°С, ГВС и T3 = 60°С» [27].

2 Теплотехнический расчёт

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Расчёт ведётся по методике указанной в [2].

«Условное сопротивление теплопередаче однородной конструкции, определяется по формуле:

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

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи (тепловосприятости) внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый по СП [24, таблица 4].

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), по СП [24, таблица 6].

δ – толщина слоя ограждения, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт м·°C.

Значение требуемого сопротивления теплопередаче, согласно [2, п 6.3] определяется по формуле: $R_0^{\text{тр}}$, м² · ° C/Вт:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

$\Delta t^{\text{н}}$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ и температурой внутренней поверхности $t_{\text{н}}$ ограждающей конструкции, °C;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C);

$t_{в}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по минимальным значениям оптимальной температуры;
 $t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92» [2].

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций должно быть не меньше требуемого:

$$R_0^{тр} \leq R_0^{пр}, \quad (3)$$

Определим сопротивление теплопередаче наружной стены. Стена состоит из слоя силикатного одиннадцатипустотного кирпича на цементно-песчаном растворе, толщиной 0,64 м.

Определение требуемых и нормируемых сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций по формулам (1), (2):

$$R_0^{тр} = \frac{1 \cdot (14 + 27)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,05 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,64}{0,64} + \frac{1}{23} = 1,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Определим сопротивления теплопередаче кровли и свода над алтарём и центральной частью храма, и мансарды. Их характеристика в таблице 3, 4, 5 соответственно.

Таблица 3 – Характеристика покрытия центральной части храма

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Бетон класса В25 по прочности, марки F50	0,500	2400	1,76
2	Битумная мастика в 2 слоя	0,008	1400	0,27
3	Деревянная сплошная обрешётка	0,04	500	0,14
4	Металлический лист	0,005	7900	13,9

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (14 + 27)}{4 \cdot 8,7} = 1,19 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,50}{0,64} + \frac{0,008}{0,27} + \frac{0,04}{0,14} + \frac{0,005}{13,9} + \frac{1}{23} = 1,26 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Таблица 4 – Характеристика покрытия над алтарём

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Бетон класса В25 по прочности, марки F50	0,300	2400	1,76
2	Технориф (утеплитель)	0,200	160	0,044
3	Деревянная сплошная обрешётка	0,04	500	0,14
4	Металлический лист	0,005	7900	13,9

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (14 + 27)}{4 \cdot 8,7} = 1,19 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,30}{0,64} + \frac{0,20}{0,044} + \frac{0,04}{0,14} + \frac{0,005}{13,9} + \frac{1}{23} = 5,46 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Таблица 5 – Характеристика покрытия мансарды

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Сплошная обрешетка - доска	0,039	1800	0,140
2	Технориф (утеплитель)	0,200	160	0,044
3	Гидроветрозащита – «Изоспан D»	0,050	110	0,270
4	Сплошная обрешётка - доска	0,039	180	0,140
5	Фанера влагостойкая	0,012	2600	0,150
6	Металлический лист	0,005	7900	13,9

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (16 + 27)}{4 \cdot 8,7} = 1,24 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,039}{0,14} + \frac{0,20}{0,044} + \frac{0,05}{0,27} + \frac{0,039}{0,14} + \frac{0,012}{0,150} + \frac{0,005}{13,9} + \frac{1}{23} = 5,53 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Определим сопротивление теплопередаче пола колокольни. Состав пола указан в таблице 6.

Таблица 6 – Состав перекрытия колокольни

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Стяжка бетонная	0,05	1200	0,600
2	Технориф (утеплитель)	0,05	160	0,044
3	Ж/б монолитная плита	0,20	2500	1,92

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (16+27)}{4 \cdot 8,7} = 1,24 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,05}{0,044} + \frac{0,05}{0,60} + \frac{1}{23} = 1,48 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

В качестве светопрозрачных ограждающих конструкций в храме установлены арочные двухкамерные стеклопакеты с приведённым термическим сопротивлением $R_{0 \text{ ок1}}^{\text{пр}} = 0,50 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$. Для помещения мансарды установлены двухкамерные стеклопакеты, с приведённым термическим сопротивлением $R_{0 \text{ ок2}}^{\text{пр}} = 0,90 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$. $R_0^{\text{тр}} = 0,39 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$, согласно [19]. В качестве наружных дверей основного входа и двух аварийных приняты арочные деревянные двери с $R_{\text{ дв}}^{\text{пр}} = 0,71 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$, что тоже больше требуемого, согласно [19].

Определим приведённое сопротивление теплопередаче перекрытия над подвалом.

Состав пола этажа приведён в таблице 7.

Таблица 7 – Состав пола храма

№ п/п	Наименование материала	Толщина δ , м	Плотность, ρ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Плита перекрытия	0,22	1800	0,172
2	ПЕНОПЛАСТ ППС- 14	0,03	14	0,039
4	Бетонная стяжка	0,02	1200	0,600
5	Мрамор	0,01	2800	2,910

Поскольку средняя внутренняя температура помещения отличается от принятых в расчете найдем коэффициент n_t по формуле:

$$n_t = \frac{t_B - t_{\Pi}}{t_B - t_{от}}, \quad (4)$$

где t_{Π} – температура воздуха неотапливаемого подвала равная 5°C.

$$n_t = \frac{14 - 5}{14 + 4,7} = 0,48.$$

$$R_0^{тр} = \frac{0,48 \cdot (14 - 5)}{4 \cdot 8,7} = 0,12 \frac{м^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$R_0^{пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{2,91} + \frac{0,02}{0,60} + \frac{0,03}{0,039} + \frac{0,22}{0,172} + \frac{1}{23} = 2,24 \frac{м^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Результаты расчётов основных характеристик конструкций сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Теплотехнические характеристики конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утеплителя, $\delta_{ут.}, \text{мм}$	Толщина ограждающей конструкции, $\delta, \text{мм}$	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0^{пр}, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $k, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Стена	-	0,640	1,18	0,85
Свод	-	0,553	1,26	0,80
Свод в алтаре	0,2	0,545	5,46	0,18
Покрытие мансарды	0,2	0,335	5,53	0,18
Пол колокольни	0,05	0,300	1,48	0,68
Пол	0,03	0,280	2,24	0,45
Светопрозрачные конструкции	2-камерный стеклопакет		0,5	2
	2-камерный стеклопакет FTS		0,9	1,11
Наружные двери	-	0,08	0,71	1,41

2.2 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата

Температурный перепад на поверхностях ограждающих конструкций не должен превышать нормативных значений. «При этом, нормативный

температурный перепад t_n принимается равным, для стен $\Delta t_{\text{норм}} = 4^\circ\text{C}$, для сводов покрытий $\Delta t_{\text{норм}} = 4^\circ\text{C}$ » [19]. Для окон $\Delta t_{\text{норм}} = 3^\circ\text{C}$, согласно [2].

Расчёт проводится для конструкций, при самых неблагоприятных условиях.

$$\Delta t_B \leq \Delta \tau_{\text{норм}}, ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

$$\Delta t_B = \frac{(t_B - t_n)}{R_0^{\text{пп}}} \cdot \frac{1}{\alpha_B}, ^\circ\text{C}, \quad (6)$$

Для остекления температура внутренней поверхности должна быть не ниже 3°C .

Формула для вычисления температуры поверхности остекления:

$$\tau^{\text{ост}} = t_B - \frac{(t_B - t_n)}{R_0^{\text{пп}}} \cdot \frac{1}{\alpha_B}, ^\circ\text{C}, \quad (7)$$

Рассчитываемое значение точки росы определяется по формуле:

$$\tau_B^{\text{н.у}} = t_B - \frac{(t_B - t_n) \cdot A}{(R_0^{\text{пп}} \cdot \alpha_B)^{\frac{2}{3}}}, ^\circ\text{C}, \quad (8)$$

где A – коэффициент равный 1–для однослойных конструкций и 0,75 при наличии утеплителя.

Температура точки росы, определяется по формулам:

$$t_{\text{т.р}} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_B)^2, \quad (9)$$

где e – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха:

$$e_B = \frac{\varphi_B \cdot E}{100\%}, \quad (10)$$

где E – величина максимальной упругости водяного пара:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273+t_B}\right), \quad (11)$$

Поверхность наружной стены в здании, в центре храма, определяется по формуле (6):

$$\Delta t_B^{ст} = \frac{(14 + 27)}{1,18} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,99 < 4^\circ\text{C}.$$

Поверхность свода внутри, в центре храма, определяется по ф. (6):

$$\Delta t_B^{ст} = \frac{(14 + 27)}{1,26} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,74 < 4^\circ\text{C}.$$

Поверхность внутри здания, под полом колокольни, определяется по формуле (6):

$$\Delta t_B^{пер} = \frac{(14 + 27)}{1,48} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,34 < 4^\circ\text{C}.$$

Внутренняя поверхность остекления в храме, определяется по ф. (7):

$$\tau^{ост} = 14 - \frac{(14 + 27)}{0,5} \cdot \frac{1}{8} = 3,75 > 3^\circ\text{C}.$$

«Для обеспечения требуемого воздухообмена в помещениях храма следует устанавливать двойные стеклопакеты в отдельных деревянных переплетах с фрамугами или конструктивными зазорами (щелями) в притворах открывающихся частей окон от 0,5 до 1 мм» [19].

Внутренняя поверхность остекления в мансарде, определим по ф. (7):

$$\tau^{\text{ост}} = 16 - \frac{(16 + 27)}{0,9} \cdot \frac{1}{8} = 10 > 3^{\circ}\text{C}.$$

Исходя, из рекомендации [19] – выбраны мансардные окна фирмы Fakro с зазорами в притворах 0,8мм.

Внутренняя поверхность наружного угла в центре храма и в алтаре, определяется по ф. (8):

$$\tau_{\text{в}}^{\text{н.у}} = 14 - \frac{(14 + 27) \cdot 1}{(1,18 \cdot 8,7)^{\frac{2}{3}}} = 5,32^{\circ}\text{C}.$$

Для проверки выпадения конденсата произведём по формулам (9-11):

$$E_{\text{в}} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273 + 14}\right) = 1443 \text{ Па}.$$

$$e_{\text{в}} = \frac{45 \cdot 1433}{100} = 645 \text{ Па}.$$

$$t_{\text{п}} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 * 645)^2 = 0,55^{\circ}\text{C}.$$

Для проверки сравним данное значение с температурой внутренней поверхности наружного угла:

$$\tau_{\text{в}}^{\text{н.у}} = 5,32 > 0,55^{\circ}\text{C}.$$

Следовательно, вероятность конденсата исключена.

2.3 Расчёт теплопотерь

Теплопотери здания определяются по формуле:

$$Q_i = \frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot (t_B - t_H) \cdot (1 + \sum \beta) + Q_{\text{инф}}, \quad (12)$$

где $(1 + \sum \beta)$ – поправка на ориентацию;

$Q_{\text{инф}}$ – потери за счёт инфильтрации, рассчитываемые по формуле (13).

Теплопотери подсчитываются для всех ограждающих конструкций.

Потери за счёт инфильтрации:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot F \cdot (t_B - t_H) \cdot \bar{k}, \quad (13)$$

где L – расход удаляемого воздуха, м³/ч,

\bar{k} – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, принимаемый 0,9.

Пример расчёта для алтаря:

Площадь Восточной стены $F = 15,28 \text{ м}^2$, площади прилегающих стен с севера и юга: $F = 10,42 \text{ м}^2$. В стене, ориентированной на север устроены два окна ориентированные, одно на СВ, одно на ЮГ. Площадь окон $F = 2,07 \text{ м}^2$. Площадь пола $F = 51,2 \text{ м}^2$, свода $F = 62,2 \text{ м}^2$.

Коэффициенты теплопередачи представлены в таблице 8.

Разность температур равна:

$$\Delta t = (14 + 27) = 41^\circ\text{C}.$$

Разность температур для пола:

$$\Delta t = (14 - 5) = 9^\circ\text{C}.$$

Поправка на ориентацию

на север и восток – 10%+5% прочие, равно 15%,

на юг –0%+5% прочие равно 5%.

Потери на инфильтрацию через окна:

Плотность внутреннего воздуха:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{353}{273+14} = 1,230 \text{ кг/м}^3.$$

Плотность наружного воздуха:

$$\rho_{\text{н}} = \frac{353}{273+(-27)} = 1,435 \text{ кг/м}^3,$$

$$\Delta p = 0,55 \cdot 10,16 \cdot 9,81 \cdot (1,435 - 1,23) + 0,3 \cdot 1,435 \cdot 3,5^2 = 16,5 \text{ Па}$$

$$R_{\text{инф}} = \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{16,5}{10} \right)^{2/3} = 0,23 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{час}}{\text{кг}}.$$

Расчетная разность давлений между наружным и внутренним поверхностями ограждающих конструкций:

$$\Delta p_i = p_{\text{н}} - p_{\text{в}}, \quad (14)$$

где $p_{\text{в}}$ – давление внутреннего воздуха помещения и определяется по формуле (15):

$p_{\text{н}}$ – давление наружного воздуха помещения, зависит от расчетной высоты и определяется по формуле для каждого конструктива (16).

$$p_{\text{в}} = 0,5 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 0,25 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}^2 \cdot (c_{\text{н}} - c_{\text{з}}) \cdot k_{\text{дин}}, \quad (15)$$

$$p_{\text{н}} = (H - h_i) \cdot g \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}) + 0,5 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}^2 \cdot (c_{\text{н}} - c_{\text{з}}) \cdot k_{\text{дин}}, \quad (16)$$

где h_i – расстояние от поверхности земли до середины окон, м,

H – расстояние до вытяжного отверстия.

$$p_{\text{в}} = 0,5 \cdot 10,16 \cdot 9,81 \cdot (1,435 - 1,23) + 0,25 \cdot 1,435 \cdot 3,5^2 \cdot (0,8 - (-0,5)) \cdot 0,65 = 13,92 \text{ Па},$$

$$p_n = (10,16 - 2,05) \cdot 9,81 \cdot (1,435 - 1,23) + 0,5 \cdot 1,435 \cdot 3,5^2 \cdot (0,8 - (-0,5)) \\ \cdot 0,65 = 23,74 \text{ Па}$$

$$\Delta p_i = 23,74 - 13,92 = 9,82 \text{ Па}$$

Тогда воздухопроницаемость будет равна:

$$G_{\text{и}} = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{9,82}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 4,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{час}}$$

Потери тепла на инфильтрацию составили вычисляются по формуле (12) и равны:

$$Q_{\text{алтарь}}^{\text{ок}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 4,3 \cdot 0,9 \cdot 2,3 \cdot (14 - (-27)) \cdot 0,9 = 92,4 \text{ Вт}$$

Расчёт теплотерь приведён в приложении А.

3 Отопление

3.1 Конструирование системы отопления

Для проектируемого здания запроектированы системы отопления двухтрубные, с поэтажной разводкой.

«В качестве отопительных приборов приняты радиаторы Rifal Alum-500. Теплоотдача радиаторов регулируется с помощью автоматических терморегуляторов RTD-N с термостатической головкой RTD 3640. Отопительные приборы установлены в нишах, на расстоянии 100 мм от пола и 60 мм от стены» [28].

Трубопроводы приняты RAUTITAN pink. Компенсация трубопроводных удлинений – за счёт поворотов трасс и компенсаторов. Трубопроводы системы отопления проложены под потолком подвала. Сети систем T11, T21, по подвалу изолируются минераловатными цилиндрами ROCKWOOL.

Монтаж отопления вести по [29].

3.2 Гидравлический расчёт

Расчёт ведётся по методике указанной в [4].

1. Определим «давление, создаваемое насосом ΔP_H , Па, по формуле:

$$\Delta P_H = 100 \cdot \Sigma l_{\text{оцк}}, \quad (17)$$

где $\Sigma l_{\text{оцк}}$ – длина участка основного циркуляционного кольца, м.

$$\Delta P_H = 100 \cdot 87,28 = 8728 \text{ Па.}$$

2. Определим расчетное циркуляционное давления Δp_p , Па, по формуле:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + B\Delta p_e, \quad (18)$$

где ΔP_n – давление, которое развивает насос, Па,

B – поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления, для двухтрубной системы отопления принимаем равным 0,4;

ΔP_e – естественное циркуляционное давление, Па.

$$\Delta P_p = 8728 + 0,4 \cdot (0,60 \cdot 9,81 \cdot 1,55 \cdot (90 - 70)) = 8801 \text{ Па.}$$

3. Определим средние потери давления на трение R_{cp} , Па/м, по формуле:

$$R_{cp} = \frac{0,65\Delta P_p}{\Sigma l}, \quad (19)$$

где Σl – сумма длин участков расчетного кольца, м.

$$R_{cp} = \frac{8801 \cdot 0,65}{87,28} = 65,5 \text{ Па/м.}$$

4. Определим расход воды на участке $G_{yч}$, кг/ч, по формуле:

$$G_{yч} = \frac{0,86Q_{yч}\beta_1\beta_2}{(t_r - t_o)}, \quad (20)$$

где β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока при округлении сверх расчетной величины, принимается по [1];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений, принимаем по [1]» [28].

Принято решение о разделении системы отопления на две системы – двухтрубные с нижней разводкой, одна из которых попутная, другая

тупиковая. Тупиковая система обслуживает трапециевидную и мансардную, так как они находятся друг под другом. Попутная система отапливает центральную часть храма и Алтарь.

Расчётный расход для попутной системы:

$$G_{\text{п}} = \frac{0,86 \cdot 35128 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{(90 - 70) \cdot 3600} = 0,45 \text{ л/с.}$$

Для тупиковой системы:

$$G_{\text{п}} = \frac{0,86 \cdot 7850 \cdot 1,04 \cdot 1,02}{(90 - 70) \cdot 3600} = 0,10 \text{ л/с.}$$

Расход для остальных участков ведётся аналогичным образом.

5. По таблице для гидравлического расчёта для труб Rautitan pink по расходу, л/с, находим расчётные потери давления, приблизительно равные $R_{\text{ср}}$. А также расчётную скорость участка, м/с, но не меньше 0,15 м/с.
6. Для каждого участка находим сумму коэффициентов местных сопротивлений согласно, и потери давления в местных сопротивлениях трубопроводов Z по формуле:

$$Z = \sum \xi \frac{\rho w^2}{2}, \quad (21)$$

7. Определяются общие потери давления по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z. \quad (22)$$

Расчётные схемы представлены в приложении Б, гидравлический расчёт тупиковой и попутной систем, представлены в таблицах Б.1 и Б.2.

3.3 Расчёт отопительных приборов

Расчёт ведётся по методике указанной в [1].

Алюминиевый секционный радиатор Rifal Alum-500 используется в качестве отопительного прибора.

Расчетная теплоотдача прибора, то есть его тепловая мощность $Q_{\text{пр}}$, Вт, определяется теплотребностью помещения за вычетом теплоотдачи теплопроводов, расположенных в данном помещении.

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} Q_{\text{тр}}, \quad (23)$$

где « $Q_{\text{пом}}$ – теплотребность помещения, Вт;

$\beta_{\text{тр}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов, полезную для поддержания заданной температуры в помещении, при открытой прокладке равен 0,9;

$Q_{\text{тр}}$ – суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения нагретых труб стояка и подводок, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт» [1].

«Суммарную теплоотдачу теплопроводов $Q_{\text{тр}}$, Вт, определяют по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}}, \quad (24)$$

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов, м^2 , определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}}, \quad (25)$$

где $q_{\text{пр}}$ – расчетная плотность теплового потока с 1 метра прибора, $\text{Вт}/\text{м}^2$, определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \quad (26)$$

Где $q_{\text{ном}}$ – номинальный тепловой поток одной секции, Вт, приводится в рекомендации по расчёту отопительного прибора (182 Вт) [32].

Разность температур в приборе определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}}, \quad (27)$$

где $t_{\text{вх}}$ и $t_{\text{вых}}$ – температура воды соответственно входящей и выходящей из прибора, °С. Они равны 90 и 70 °С;

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

$$G_{\text{пр}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{пр}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – теплопотери помещения, Вт» [28];

β_1 – коэффициент, равный 1,02, согласно [1];

β_2 – коэффициент, равный 1,04, согласно [1].

Далее находят число секций радиатора:

$$N = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{н.у}} \cdot \beta_3}, \quad (29)$$

где $q_{\text{н.у}}$ – то же что и $q_{\text{ном}}$;

β_3 – поправочные коэффициенты указанный в [1].

Результат расчёта сведён в таблицу Б.3 и находится в приложении Б.

3.4 Расчёт и подбор насоса

Расход для смесительного насоса, определяют по формуле:

$$G_{\text{н}} = 1,1 \cdot u \cdot \frac{G_{\text{со}}}{u+1}, \frac{\text{т}}{\text{ч}}, \quad (30)$$

где u – коэффициент смешения, определяется по формуле:

$$u = \frac{T_1 - t_r}{t_r - t_0} \quad (31)$$

Давление, развиваемое насосом, определяют по формуле:

$$P_H = \Delta P_{CO} \cdot 1,15, \text{ Па}, \quad (32)$$

$$u = \frac{150 - 90}{90 - 70} = 3,$$

$$G_{\text{пер}} = \frac{1,1 \cdot 3 \cdot 45036 \cdot 0,86 \cdot 1,02 \cdot 1,04}{(3+1) \cdot (90-70)} = 1615 \text{ кг/ч} = 1,615 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$G_H = 1,1 \cdot 1,615 = 1,78 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$P_H = 8801 \cdot 1,15 = 10121 \text{ Па}.$$

По расходу и напору был подобран насос RWS 25-40S фирмы Ридан, характеристика которого представлена на рисунке 1.

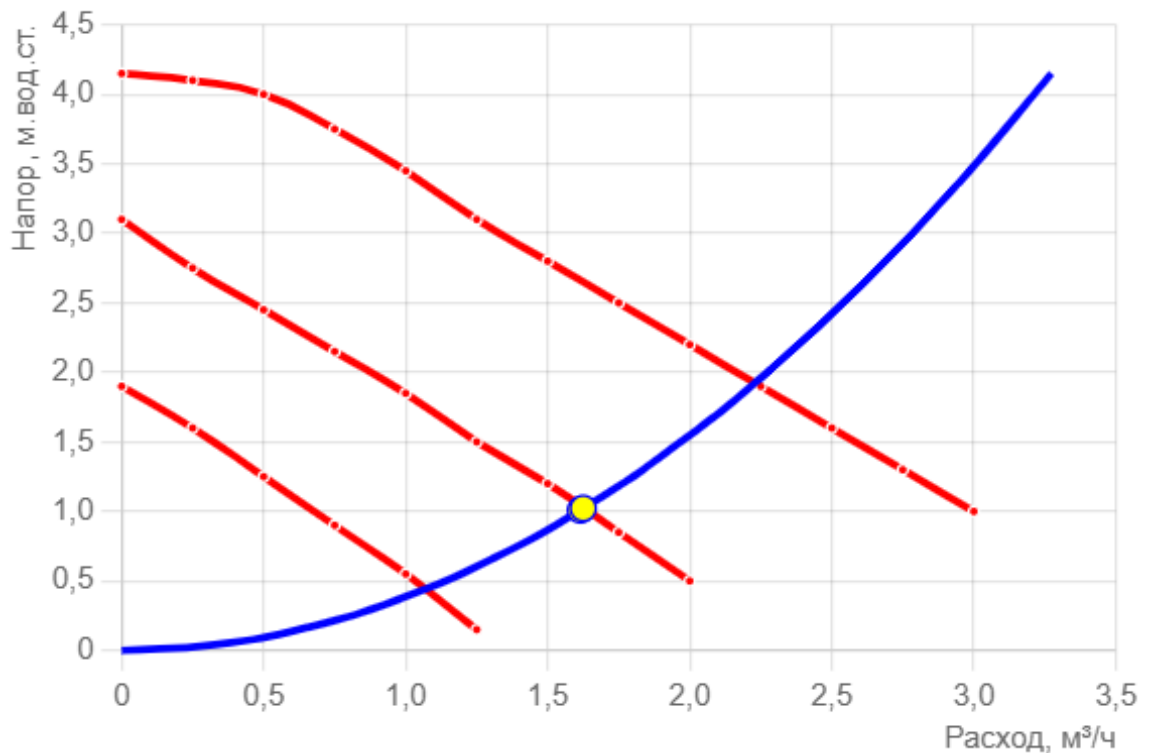


Рисунок 1 – Характеристика насоса RWS 20-40S 130

4 Вентиляция

Вентиляция в помещениях принята общеобменная приточно-вытяжная с механическим побуждением воздуха.

Особенностью системы является то что она борется с избытками тепло-влажнопоступлений и углекислого газа, поступающих от людей, а так же тепло- и влаговыведений от горящих свечей, во время праздничных богослужений (Рождество, Троица, Пасха, и др.). Во внебогослужебное время или же на службах в будние дни система находится в нерабочем состоянии, и воздух поступает за счёт инфильтрации, в зимний период. В летний период открываются окна. Система вентиляции реагирует на повешение уровня влажности в храме за счёт датчиков и автоматически регулирует подачу воздуха.

Приточный воздух подаётся через кирпичные шахты, находящиеся в осях Б-4 и Д-4. В качестве воздухораспределителей приняты решётки фирмы Арктос. Подача воздуха осуществляется горизонтальными струями.

«Вытяжка, в свою очередь, осуществляется из верхней части храма четырьмя осевыми вентиляторами, установленными в стенах, ориентированных на запад и на восток. Отметка низа вентиляторов +10,160.

В качестве приточной установки, принято оборудование от Евровент, и состоит из блоков секций подогрева, фильтра, вентилятора. Оборудование принято напольного типа и размещено в венткамере» [26].

Система имеет противопожарный клапан Velimo с электроприводом, который активируется автоматически, в случае пожара.

На входе в храм принято решение установить тепловую завесу, исходя из рекомендаций [26].

4.1 Расчёт тепlopоступлений

Расчёт производится, согласно методике, указанной в [20].

Исходными данными являются нормативные источники. «В нормативных источниках в холодный период года при температуре в молебном зале 14–16°С каждый человек выделяет до 40 г/ч, а в теплый период при температуре 23–25°С до 50 г/ч водяного пара. По результатам экспериментальных исследований установлено: количество водяного пара, выделяемого при сжигании свечей, составляет 1,3 кг/кг парафина, а теплота (по низшей теплоте сгорания), выделяемая от зажженных свечей, равна 46810 кДж/кг парафина. Количество углекислого газа, выделяемого одним человеком, составляет 23 л/ч, а при сжигании свечей – 1 650 л/кг парафина» [22].

«Тепловыделения от людей по явной теплоте составляют 45 Вт в теплый период года и 125 Вт – в холодный» [22].

Исходя из общей площади центральной части храма (без учета площади алтаря, клироса и солеи) на 0,5 м²–1 м² приходится один человек, согласно [26].

Общая площадь центральной части храма с трапезной (без учёта солеи и амвона) составляет 236 м², следовательно, храм может вмещать около 450 человек.

1. Величину выделяемых вредностей определяют по [5, формула (3.1-3.4)]:

$$Q_{\text{я}} = q_{\text{я}} \cdot N, \quad (33)$$

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{п}} \cdot N, \quad (34)$$

$$W = m_w \cdot N, \quad (35)$$

$$M_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \cdot N, \quad (36)$$

где « $Q_{\text{я}}$, $Q_{\text{п}}$, W , M_{CO_2} – выделения явного тепла, полного тепла, влаги и CO_2 соответственно;

q_y, q_p, m_w, m_{CO_2} – удельные выделения явного тепла, полного тепла, влаги и CO_2 одного взрослого мужчины» [20], определяется по [2,22].

Подставим в формулы (33–36) нормативные значения:

Холодный период, $t_b = 14^\circ C$.

$$Q_y = 45 \cdot 450 = 20415 \text{ Вт};$$

$$W = 40 \cdot 450 = 18000 \text{ г/ч};$$

$$M_{CO_2} = 23 \cdot 450 = 10350 \text{ л/час.}$$

Тёплый период, $t_b = 28^\circ C$.

$$Q_y = 125 \cdot 0,48 \cdot 450 = 27000 \text{ Вт};$$

$$W = 50 \cdot 450 = 22500 \text{ г/ч};$$

$$M_{CO_2} = 23 \cdot 450 = 10350 \text{ л/ч.}$$

2. Тепловыделения от искусственного освещения определяем по [20, формула (3.6)]:

$$Q_{осв} = F_{общ} \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (37)$$

$$Q_{осв} = 51,2 \cdot 200 \cdot 0,071 \cdot 1 + 263 \cdot 50 \cdot 0,071 \cdot 1 = 1661 \text{ Вт.}$$

3. Величину максимально возможных теплопоступлений от горящих свеч можно определить по [5, формула (2.1)]:

$$Q_{свеч} = n \cdot q_{свеч}, \quad (38)$$

где « $q_{свеч}$ – тепловая мощность одной парафиновой свечи, равная 46810 кДж/кг» [23], вес одной свечи, 7г, при переводе через систему измерений получается 91 Вт.

По архитектурным особенностям храма каждый человек не сможет поставить хотя бы по одной свече, примем, что в храме горит 200 свечей:

$$Q_{\text{свеч}} = 200 \cdot 91 = 18214 \text{ Вт.}$$

4. Определение величины влаговыделений при горении свечей, определяется по [5, п. 3.13]:

$$W_{\text{св}} = G_w \cdot G_{\text{св}}, \quad (39)$$

где $G_{\text{св}}$ – расход свечей, кг/ч, принимаемый по [2, прил. 3];

G_w – количество водяного пара, кг/кг.

$$W_{\text{св}} = 1,5 \cdot 1,3 = 1,95 \text{ кг/ч} = 1950 \text{ г/ч.}$$

5. Теплопоступления от солнечной радиации, определяется по [5, п. 3.1.5, формула (3.8-3.9)]:

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (40)$$

Расчёт сведён в таблицу В.1, в приложении В. Выбирается максимальное значение из полученных.

6. Тепловой баланс храма.

Составим таблицу для всех теплопоступлений. Для этого сложим все полученные значения по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{свеч}} + Q_{\text{солн}} + Q_{\text{проч}}, \quad (41)$$

где $Q_{\text{проч}}$ – 5% от всех теплопоступлений.

Расчёт сведен в таблицу 9.

Таблица 9 – Тепловой баланс помещения храма

Период года	Теплопоступления, Вт						Вредные в-ва	
	Q _л	Q _{осв}	Q _{сол}	Q _{свеч}	Q _{проч}	ΣQ	W, г/ч	М _{со2} , г/ч
1	3	4	5	8	10	11	12	13
ХП	20415	3428	-	18214	2103	44160	19950	12925
ТП	27000	-	6437	18214	2583	54234	24450	12925

4.2 Расчёт воздухообмена

«Процесс сжигания свечей сопровождается выделением сажи из-за неполного сгорания парафина. При отсутствии требуемого воздухообмена в холодный период года в православных храмах сажа осаждается на людях, станковой живописи, фресках и ограждающих конструкциях, на которых имеется роспись» [22].

При планировании системы вентиляции необходимо принимать во внимание неравномерность выбросов вредных веществ в помещениях православного храма, которые связаны со службами.

«В периоды проведения богослужений уровень тепла, влажности и углекислого газа от посетителей, а также угарного газа и тепла от свечей достигает своего пика» [20]. Между богослужениями же эти показатели снижаются до минимума, и храмовые помещения в основном подвержены влиянию внешней среды. Собственно, цель системы вентиляции – создание микроклимата для условий максимального заполнения храма людьми.

Расчет ведётся с помощью I-d – диаграммы, составленной для холодного и теплого периодов года.

I-d – диаграмма представлена в приложении В, рис. В.1.

Расчёт ведётся по методике указанной в [20].

«Величина полного избыточного тепла для каждого периода года определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{в}}) \cdot W, \quad (42)$$

где Q_{Π} – избытки полного тепла Вт;

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха в помещении;

W – количество влаги, кг/ч, поступающее в помещение от людей.

Направление процесса ассимиляции в помещении тепла и влаги характеризуется тепловлажностным отношением ε , кДж/кг, рассчитываемым по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\Pi}}{W}, \quad (43)$$

Так как $3000 \leq \varepsilon < 40000$ кДж/кг – расчет ведется по полному теплу, формула (44).

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$t_y = t_{\text{в}} + \text{grad } t \cdot (H - h), \quad (44)$$

где H – высота помещения, м. За высоту помещения принимается отметка вытяжных отверстий, $H = 10,16$ м;

$H_{\text{р.з}}$ – высота рабочей зоны, м, $H_{\text{р.з}} = 2$ м;

$\text{grad } t$ – величина, показывающая на сколько повышается температура воздуха с каждым метром выше рабочей зоны» [20].

Величину градиента температуры следует определять, исходя из теплонапряженности помещения:

$$q = \frac{Q_{\Pi}}{V_{\text{пом}}}, \quad (45)$$

где Q_{Π} – расчетные избытки полного тепла, Вт;

$V_{\text{пом}}$ – объем помещения центральной части храма м³, и равен $V_{\text{пом}} = 8,5 \cdot 8,55 \cdot 5,02 + 9,45 \cdot 19,25 \cdot 10,16 = 2213$ м³

«Количество приточного воздуха, м³/ч, который должен быть подан в помещение, на разбавление полных избытков теплоты определяется по формуле:

$$L_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{1,2 \cdot (I_{\text{y}} - I_{\text{п}})}. \quad (46)$$

Требуемый воздухообмен по санитарной норме определяется в соответствии с количеством людей в помещении и минимальным расходом наружного воздуха, который требуется подавать в расчете на одного человека, т.е 20 м³/час» [28].

Расчёт для холодного периода года:

$$L_{\text{сан}} = 20 \cdot 450 = 9000 \frac{\text{м}^3}{\text{час}},$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 44160 + (2500 + 1,8 \cdot 14) \cdot 19950/1000 = 209353 \text{ кДж/ч},$$

$$\varepsilon = \frac{209353}{19,95} = 10500 \text{ кДж/кг},$$

$$t_{\text{п}} = 12 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{44160}{2213} = 20 \text{ Вт/м}^3,$$

$$\text{grad } t = 1,2 \text{ }^\circ\text{C/м [31, таб. 1]},$$

$$t_{\text{y}} = 14 + 1,2 \cdot (10,16 - 2) = 23,8^\circ\text{C}.$$

Построив процесс на I – d диаграмме, получим значения:

$$I_{\text{y}} = 28,4 \text{ кДж/кг}, I_{\text{п}} = 13 \text{ кДж/кг}.$$

I-d диаграмма приведена в Приложении В, рис. В.1.

$$L_{\text{п}} = \frac{209353}{1,2 \cdot (28,4 - 13)} = 11328 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{п}} = 11328 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 9000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчёт будет производиться по полному теплу.

Расчёт для теплого периода года:

Расчёт ведётся по методике указанной в [20].

$$Q_{\Pi} = 3,6 \cdot 54234 + (2500 + 1,8 \cdot 14) \cdot 24450/1000 = 256983, \text{кДж/ч,}$$

$$\varepsilon = \frac{256983}{24,45} = 10500 \text{кДж/кг,}$$

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}} = \frac{54234}{2213} = 24,5 \text{ Вт/м}^3 ,$$

$$\text{grad } t = 1,5 \text{ }^{\circ}\text{C/м,}$$

$$t_y = 28 + 1,5 \cdot (10,16 - 2) = 40,2^{\circ}\text{C,}$$

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

Построив процесс на I – d диаграмме получим значения:

$$I_y = 72,6 \text{ кДж/кг, } I_{\Pi} = 54,2 \text{ кДж/кг.}$$

I-d диаграмма приведена в Приложении В, рис. В.1.

$$L_{\Pi} = \frac{256983}{1,2 \cdot (72,6 - 54,2)} = 11638 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$L_{\Pi} = 11638 \text{ м}^3/\text{ч} > L_{\text{сн}} = 9000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Сравним расходы тёплого и холодного периодов. Так как $L^X < L^T$, но учитывая, что летом будут открыты окна и недостаток воздуха будет поступать через открытые окна, то за расчётный расход примем $L^X = 11328 \text{ м}^3/\text{ч}$.

4.3 Расчёт воздухораспределительных устройств

Расчет производится по методике, указанной в [31]. Подача воздуха осуществляется горизонтальными струями через две настенные решетки.

Исходные данные для расчёта:

- Воздухораспределитель: АМН 1000x1200;
- Положение регулятора формы струи: $\alpha_1=45^\circ$ (всёрно);
- Длина модуля помещения $a = 9$ м;
- Ширина модуля помещения $b = 7$ м;
- Высота помещения $h = 10,16$ м;
- Высота установки воздухораспределителя $h_0 = 5,5$ м;
- Высота обслуживаемой зоны $h_{03} = 2$ м;
- Объемный расход приточного воздуха $L_0 = 5664$ м³/ч;
- Схема подачи воздуха горизонтальными струями (рисунок 2).

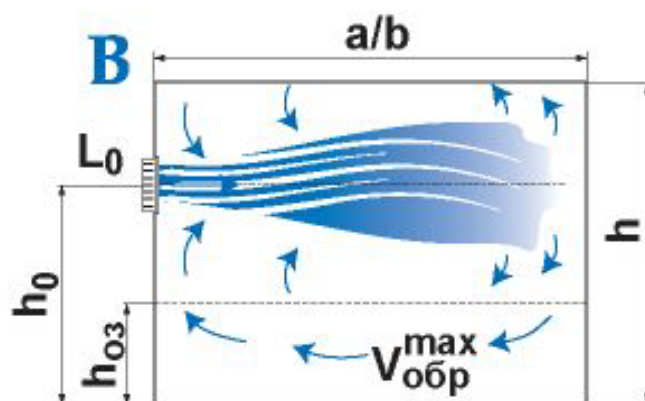


Рисунок 2 – Схема В. Подача воздуха горизонтальной струёй

Последовательность расчета.

1. «Высота установки воздухораспределителя должна быть не ниже половины высоты помещения h

$$h_0 \geq 0,5h, \quad (47)$$

При нарушении условия (47) приточный поток отклоняется вниз, при этом обратный поток формируется вблизи потолка, что не обеспечивает схему

В. Ещё, в этом случае есть вероятность попадания прямого потока в обслуживаемую зону» [31].

2. «Ограничение на длину модуля а. Минимальная длина модуля должна удовлетворять следующему условию:

$$a \geq 0,3m\sqrt{F_{\Pi}}, \quad (48)$$

где $F_{\Pi} = b \cdot h$ – поперечная площадь помещения;

m – скоростной коэффициент ВР.

При нарушении условия (48) приточная струя достигает противоположной стены и, настилаясь на нее, попадает в обслуживаемую зону со скоростями, которые могут превысить скорость воздуха в обратном потоке. Для упрощения учета настипания при высоте установки воздухораспределителя вблизи полувысоты помещения $0,5h < h_0 < 0,75h$ для расчета скорости воздуха в точке внедрения приточной струи в обслуживаемую зону следует использовать значение m для свободной струи» [31].

3. «При выполнении условий 1 и 2 определяется максимальная скорость в обратном потоке и разницу температур.

$$V_{\text{обр}}^{\text{max}} = 0,29V_0 m \sqrt{\frac{F_0}{F_{\Pi}}}, \quad (49)$$

$$\Delta t_{\text{обр}}^{\text{max}} = 1,4 * t_0 * \sqrt{\frac{F_0}{b * h_{\text{пом}}}}, \quad (50)$$

где V_0 – скорость истечения воздуха из решётки, определяемая по формуле (51);

t_0 – избыточная температура в струе, определяемая как разность температур приточного воздуха и воздуха в рабочей зоне;

m – скоростной коэффициент, для данного типа решётки;

F_0 – площадь сечения решётки АМН 1000х1200;

F_{Π} – площадь поперечного сечения на одну струю;

$h_{\text{пом}}$ – высота помещения, до низа вытяжных вентиляторов» [31].

Скорость воздуха на истечении из решётки:

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 * F_0}, \quad (51)$$

Выполним расчёт приточной решётки АМН 1000х1200.

1. Найдём скорость воздуха на истечении из решётки по формуле (51):

$$V_0 = \frac{5664}{3600 * 1,24} = 1,27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Проверим выполнение условия (47); $5,5 > 0,5 * 10,16 = 5,08\text{м}$ – условие выполняется.

3. Проверим выполнение условия(48):

Для решёток типа АМН при $\alpha = 45^\circ\text{C}$, (верно), $m = 3,6$,

$$a \geq 0,3 * 3,5 * \sqrt{7 * 10,16} = 8,85 \text{ м.}$$

Условие выполняется.

4. Найдём максимальную скорость в обратном потоке по формуле (49) и разность температур (50):

$$V_{\text{обр}}^{\text{max}} = 0,29 * 1,27 * 3,5 \sqrt{\frac{1,24}{71,1}} = 0,17\text{м/с,}$$

$$\Delta t_{\text{обр}}^{\text{max}} = 1,4 * 2 * \sqrt{\frac{1,24}{71,1}} = 0,37^\circ\text{C.}$$

Проверим выполнение условий:

$$V_{\text{обр}}^{\text{max}} \leq v_{\text{в}}, \quad (52)$$

$$\Delta t_{\text{обр}}^{\text{max}} \leq \Delta t_{\text{норм}}, \quad (53)$$

где $\Delta t_{\text{норм}}$ – избыточная температура, равна 2 °С [27],

$v_{\text{в}}$ – подвижность воздуха в обслуживаемой зоне, п.1.2.

$$0,17 < 0,2 \text{ м/с},$$

$$0,37 < 2 \text{ °С}.$$

Оба условия выполняются. Расчёт окончен.

4.4 Аэродинамический расчёт

Расчет выполняется по методике изложенной в [5].

1. Общие потери давления определяются по [5, формула 22.1]:

$$\Delta P = \sum R \cdot L + Z, \quad (54)$$

где « R – потери давления на трение на расчетном участке сети, Па/м;

L – длина участка воздухопроводов, м;

Z – потери давления на местные сопротивления на расчетном участке сети, Па» [5].

Потери давления Z , Па, на местные сопротивления определяются по [5, формула 22.7]:

$$Z = P_{\text{д}} \cdot \sum \xi, \quad (55)$$

где « $P_{\text{д}}$ – динамическое давление расчетного участка, сети, Па;

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховода» [5].

2. Увязка ответвлений должно быть не больше 10%:

$$\frac{P_{\text{магистр.}} - P_{\text{ответв.}}}{P_{\text{магистр.}}} \cdot 100 \leq 10\%. \quad (56)$$

«При невозможности увязки потерь давления по ответвлениям воздухопроводов в пределах 10% следует устанавливать диафрагмы» [5]. Расчёт диафрагмы представлен в [5, п. 22.5].

Расчётная схема представлена в Приложении В, рис. В.2.

Аэродинамический расчёт сведён в таблицу В.2 в Приложении В.

4.5 Подбор оборудования в программе Eurovent-engineer

1. Заполняем данные для дальнейшей работы и подбора оборудования, объём приточного воздуха $L^п = 11328 \text{ м}^3/\text{ч}$, сопротивление сети $P = 96 \text{ Па}$ – из аэродинамического расчёта. Сторона обслуживания – слева (рисунок 3).

The screenshot shows the 'Eurovent' software window. At the top, it displays 'Версия ПО: 06.2023' and 'Версия баз данных: 15.05.2023_Гураль В.С.'. The main header features the 'eurovent' logo. Below this, there are several input fields and options organized into columns:

- Left Column:** 'Дата' (04.04.2024), 'Исполнитель' (Николаев В.Е.), '+ Добав.' and '- Удал.' buttons, 'Заказ' (П1, К1), 'Обозначение установки' (П1), 'От заказчика' (ТГУ), 'Объект' (Храм), and 'Телефон/Факс'.
- Middle Column:** 'V притока, м3' (11328), 'Сопр. сети притока, Па' (96), 'V вытяжки/резерва' (350), 'Сопр. сети вытяж., Па' (0), 'Кол-во блоков' (1), 'Выбор типоряда' (TREND 10, TREND 12, TREND 16), and 'Толщина панели' (45 мм).
- Right Column:** 'Вид' (radio buttons for 'Один ярус' and 'Два яруса'), 'Исполнение ТРЕНД' (radio buttons for 'Предиктивная диагностика' and 'Исполнение ТРЕНД'), 'Сторона обслуживания' (radio buttons for 'Справа' and 'Слева'), 'Клапан' (radio buttons for 'Снаружи' and 'Внутри'), 'Исполнение установки' (radio buttons for 'Медицинское исполнение', 'Наружное исполнение', 'Северное исполнение', and 'Взрывозащ. исполнение'), 'Создать обновление', 'Загрузить обновление', 'Загрузить' button, 'Настройки' button, and 'Наценка 4,25'.

Рисунок 3 – начальное окно

2. Подбор ведётся в следующей последовательности – воздушный клапан, фильтр ячейковый (выбираем класс очистки G4), воздухонагреватель водяной, вентилятор осевой.

При подборе воздухонагревателя выбирает диапазон температур воздуха от -27 до $+9^\circ\text{C}$, диапазон температур теплоносителя от -130 до $+70^\circ\text{C}$. Выбираем, из предложенных КАН 7/2 (рисунок 4).

Воздухонагреватель (06.2023)

Производительность: 11328

t наружного воздуха: -26,0

t воздуха на выходе: 9,0

t теплоносителя начальная: 130,0

t теплоносителя конечная: 70,0

Влажность наружного воздуха: 85

Теплоноситель: Вода Этиленгликоль Пропиленгликоль

Нагреватель жидкостный Cu-Al ВНВ-12 КАН

Производительность: 11328 м3/ч

Температура наружного воздуха: -26,0 С

Температура воздуха на выходе: 9,0 С

Температура теплоносителя перед: 130,0 С

Температура теплоносителя за: 70,0 С

Падение давления по воздуху: Вручную 42 Па

Расход теплоносителя: 1903,4 кг/ч

Мощность воздухонагревателя: 132,82 кВт

Влажность наружного воздуха: 85 %

Влажность воздуха на выходе: 4 %

Падение давл. теплоносителя: Вручную 1,38 кПа

Скорость воздуха в сечении: 3,68 м/с

Далее

Капиллярный термостат: 1

Ширина ЖС: 1150 Высота ЖС: 1330

Типоряд	Цена	L возд.	Скорость	N фактич.	Ширина габ.	Высота габ.
КАН 6/3	861	11320	4,72	263,25	1014	940
КАН 7/2	848	15000	3,68	292,50	1014	1200
КАН 7/3	963	15000	3,68	348,75	1014	1200

Вручную

Рисунок 4 – подбор воздухонагревателя

Подбираем вентилятор по расходу и сопротивлению сети. Из предложенных выбираем ER50C (рисунок 5).

Вентблок С (низ) (06.2023)

Произв. уст. м3/ч: 11328

Сопр. сети Па: 121

Сопр. уст. Па: 185

Давление: статич. psF динамич. pF

Электродвигатель: АВВ АИР

Ш ЖС В ЖС: 1150 1330

Тип	Двигатель	КПД	Шум	N	n	n_ном.	Цена*	Ш	В
ER45C	4x1500	55	92	4,00	2363	1500	615	810	822
ER50C	3x1500	62	88	3,00	1748	1500	585,5	900	830
ER56C	3x1500	70	84	3,00	1327	1500	639,5	1008	950
ER63C	НЕТ ДВИГАТЕЛ	76	80	3,00	1021	1000	1043	1134	972
ER71C	НЕТ ДВИГАТЕЛ	80	76	3,00	803	1000	1167	1278	1230
ER80C	НЕТ ДВИГАТЕЛ	79	74	5,50	650	1000	1651,5	1440	1230

Показать график * - колесо + двигатель Далее

Рисунок 5 – подбор вентилятора

3. Подбираем Автоматику (датчики и дополнительное оборудование программа подберёт сама) и смесительный узел со смесительным насосом (рисунок 6).

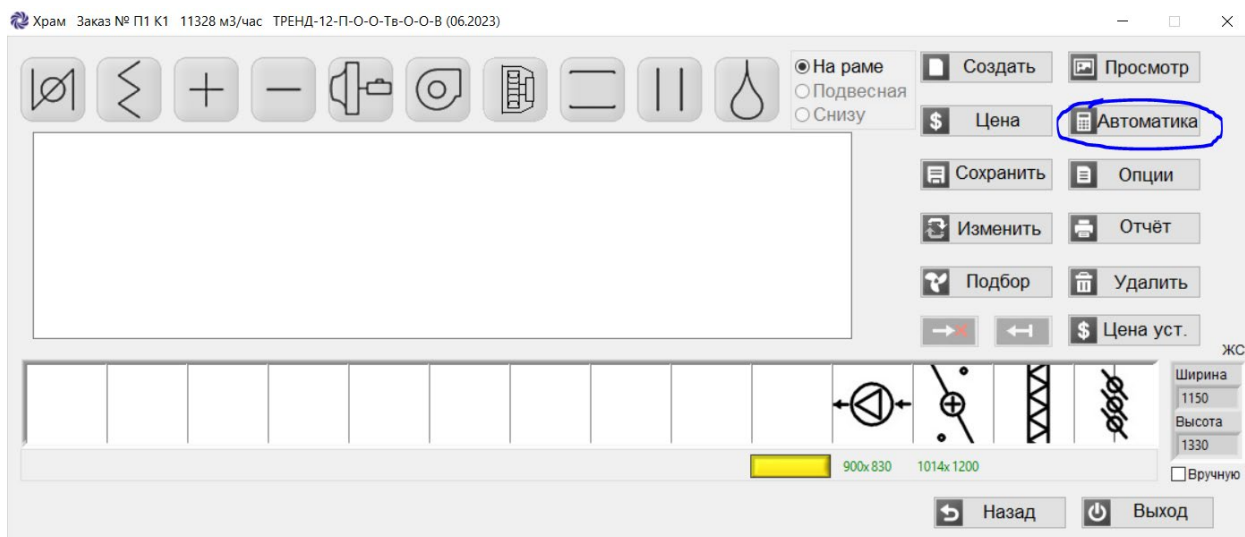


Рисунок 6 –подбор автоматики и смесительного узла

4. В конце смотрим цену установки и выгружаем отчёт.

Результаты работы представлены в приложении В.

5. Вытяжные вентиляторы.

В центре храма, в наружных стенах установлены осевые вентиляторы, ориентированные на ориентированных на запад и восток, так как преобладающее направление ветра в Тольятти, южное – юго-восточное. Вентиляторы устанавливаются на отметке 10,160 м, в осях В-4, В-5, Г-4, Г-5.

Характеристика осевого вентилятора представлена в приложении В.

4.6 Расчёт и подбор воздушно-тепловых завес

Расчет осуществлен по методике, указанной в 4].

6. Расход воздуха для воздушно-тепловой завесы смешивающего типа определяется по [4, формула (7.18)]:

$$G_3 = \frac{5100 \cdot k_2 \cdot F_{\text{ВХ}} \cdot \mu_{\text{ВХ}} \cdot (t_{\text{СМ}} + t_{\text{Н}}) \cdot \sqrt{\Delta p_i \rho_{\text{Н}}}}{(t_3 - t_{\text{СМ}})}, \quad (57)$$

где « k_2 – поправочный коэффициент, для учёта, числа проходящих людей, определяемый по [4, таблица (7.5)];

$\mu_{\text{вх}}$ – коэффициент расхода, зависящий от конструкции входа [4, таблица (7.6)];

« $F_{\text{вх}}$ – площадь одной створки наружной двери, м²» [4];

7. Тепловая мощность завесы, определяется по [4, формула (7.11)]:

$$Q_3 = 0,28 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{\text{см}}), \quad (58)$$

$$G_3 = \frac{5100 \cdot 0,12 \cdot 0,65 \cdot 1,71 \cdot (12 + 27) \cdot \sqrt{9,82 \cdot 1,43}}{(40 - 12)} = 3550 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

$$Q_3 = 0,28 \cdot 3550 / 1,2 \cdot (40 - 12) = 23193 \text{ Вт.}$$

По каталогу [18], подобрана тепловая завеса КЭВ-24П6011Е, максимальной мощностью 24 кВт.

5 Водоснабжение и водоотведение

Водопровод В1 предусмотрен для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды и приготовление горячей воды. Запитка внутренней системы осуществляется от наружного водопровода, одним вводом. Для учета расхода воды на вводе в осях 2-4; по оси Б установлен водомерный узел.

Горячее водоснабжение предусматривается для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды здания храма. Приготовление горячей воды осуществляется в ИТП, расположенном в подвале в осях 1-2, В-Г. Трубы горячего водоснабжения в местах прохода через строительные конструкции должны быть заключены в гильзы.

Сети систем В1; Т3; Т4 по подвалу изолируются минераловатными цилиндрами ROCKWOOL.

Система канализации СВ (святая вода) храма предусмотрена для отвода святой воды в дренажный колодец одним выпуском.

Канализация бытовая К1 предусмотрена для отвода бытовых стоков от санитарных приборов в наружные сети бытовой канализации одним самотечным выпуском. Система К1 запроектирована из полипропиленовых канализационных труб Синикон.

Для вентиляции системы канализации предусмотрен вентиляционный клапан HL 900N 50мм фирмы HL Hutterer & Lechner GmbH.

5.1 Определение расчётных расходов воды и подбор счётчика

Расчет расходов воды и стоков выполняется согласно [34].

Нормы водопотребления принимаются по [34, прил. А] и указаны в таблице 10.

Таблица 10 – Нормы расхода

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
		общая (в т.ч. горячей) $q_{m,u}^{tot}$	горячей $q_{m,u}^h$	общая (в т.ч. горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$	q_0^{tot} (q_0, hr^{tot})	q_0 (q_0, hr)
Административные здания	1 работающий	12	4,5	4,0	1,70	0,14 (80)	0,10 (60)

Исходные данные для расчета:

- Священнослужители – 3 человек в службу; 6 человек в сутки;
- Уборщицы, работники – 5 чел. в макс. смену;
- Количество водоразборных приборов – 3 шт.

1. Определение секундных расходов воды и стоков.

Вероятность включения сантехнических приборов равна:

$$NP = U \cdot \frac{q_{hr,u}^i}{3600q_0^h}, \quad (58)$$

$$NP1^{tot} = \frac{3 \cdot 4,0}{0,14 \cdot 3600} = 0,024,$$

$$NP2^{tot} = \frac{5 \cdot 4,0}{0,14 \cdot 3600} = 0,040,$$

$$NP1^h = \frac{3 \cdot 1,7}{0,10 \cdot 3600} = 0,014,$$

$$NP2^h = \frac{5 \cdot 1,7}{0,10 \cdot 3600} = 0,024,$$

$$NP1^c = \frac{3 \cdot 2,3}{0,10 \cdot 3600} = 0,019,$$

$$NP2^c = \frac{5 \cdot 2,3}{0,10 \cdot 3600} = 0,032.$$

$$NP1_{1-i}^{tot} = 0,024 + 0,040 = 0,064,$$

$$\text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,295,$$

$$NP1_{1-i}^h = 0,014 + 0,024 = 0,040,$$

$$\text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,256,$$

$$NP1_{1-i}^c = 0,019 + 0,032 = 0,051.$$

$$\text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,275.$$

2. Максимальный секундный расход определяем по формуле:

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha. \quad (59)$$

Общий расход воды: $q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,295 = 0,207$ л/с,

Расход горячей воды: $q^h = 5 \cdot 0,10 \cdot 0,256 = 0,128$ л/с,

Расход холодной воды: $q^c = 5 \cdot 0,10 \cdot 0,275 = 0,138$ л/с.

Определение часовых расходов воды и стоков по СП [34, ф. (3), п.5.4]:

$$NP1^{lot} = \frac{3600 \cdot 0,024 \cdot 0,14}{80} = 0,152,$$

$$NP2^{lot} = \frac{3600 \cdot 0,040 \cdot 0,14}{80} = 0,252,$$

$$NP1^h = \frac{3600 \cdot 0,014 \cdot 0,10}{60} = 0,084,$$

$$NP2^h = \frac{3600 \cdot 0,024 \cdot 0,10}{60} = 0,144,$$

$$NP1^c = \frac{3600 \cdot 0,019 \cdot 0,10}{60} = 0,114,$$

$$NP2^c = \frac{3600 \cdot 0,032 \cdot 0,10}{60} = 0,192.$$

$$NP_{1-i}^{\text{tot}} = 0,152 + 0,252 = 0,404, \quad \text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,480,$$

$$NP_{1-i}^h = 0,084 + 0,144 = 0,228, \quad \text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,076,$$

$$NP_{1-i}^c = 0,114 + 0,192 = 0,306, \quad \text{по [34, прил. Б табл.Б.2], } \alpha = 0,230.$$

3. Максимальный часовой расход воды определяем по СП [34, формула (10), п. 5.10]:

$$q^h = 0,005 \cdot q_0^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (60)$$

$$q_{hr}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 80 \cdot 0,480 = 0,192 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 0,076 = 0,0228 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 60 \cdot 0,230 = 0,069 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Определение суточных расходов воды и стоков.

Максимальные суточные расходы определяются по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{U \cdot q_u}{1000}, \quad (61)$$

где q_u – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления.

$$Q_{\text{сут}}^{\text{tot}} = (12 \cdot (6+5)) / 1000 = 0,132 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{h}} = (4,5 \cdot (6+5)) / 1000 = 0,050 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{c}} = (7,5 \cdot (6+5)) / 1000 = 0,083 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

5. Расчёт тепла на приготовление горячей воды, определяется по СП [34, формула (12), п. 5.12]:

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(t^h - t^c) + Q^{ht}, \quad (62)$$

где Q^{ht} – определяется как 30% от q_{hr}^h .

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 0,0228 \cdot (60-5) + 0,0228 \cdot 0,3 = 1,46 \text{ кВт}.$$

6. Подбор счётчика по [34, раздел 12].

Счетчики подбираются по эксплуатационному расходу воды.

Определение потерь напора (давления) в счетчиках $H_{\text{сч}}$, м вод.ст., при максимальном расчётном расходе воды q (q_{tot} , q_h , q_c) л/с, определяется по [34, ф. (18)]:

$$H_{\text{сч}} = S \cdot q^2, \quad (63)$$

где, S – гидравлическое сопротивление счётчика, принимаемое по [34, таб. 12.1].

Для счетчика диаметром 15 мм:

$$H_{\text{сч}} = 14,5 \cdot 0,2^2 = 0,58 \text{ м}.$$

К установке принимается водомерный узел с крыльчатый счетчиком ВСХН–15.

5.2 Гидравлический расчёт систем водоснабжения и водоотведения

Требуется подобрать диаметры труб в системе горячего и холодного водоснабжения, при котором будет обеспечена нормальная работа всех водоразборных приборов. Расчёт проводится по методическому пособию [15].

1. Определяем диктующий санитарно-технический прибор, который располагается на самом удаленном стояке от ввода водопровода в здание.
2. Выделяются и нумеруются расчетные участки.
3. Измеряются длины между расчетными точками, указываются на чертеже аксонометрической схемы.
4. Определяется вероятность действия санитарно-технических приборов в здании по формуле (52) и вычисляется коэффициент α по [34, прил. Б табл.Б.2],
5. Определяются расчётные расходы, по формуле (53).
6. Определяются диаметры трубопроводов, по таблице [31], для пластмассовых труб.
7. Определение линейных потерь напора ($H \cdot l$, м) на отдельных участках и во всей системе водопровода.

Расчётные схемы и таблицы гидравлического расчёта представлены в приложении Г.

5.3 Определение требуемого напора в точке подключения

Требуемый напор в точке подключения, м, определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = H_{\Gamma} + H_{\text{СВ}} + H_{\text{уч}} + H_{\text{Сч}}, \quad (64)$$

где H_{Γ} – геометрическая высота, 4,36 м;

$H_{\text{СВ}}$ – свободный напор у прибора, принимаем 20 м, согласно [34, п. 8.21];

$H_{\text{уч}}$ – потери напора на участке, определяемые по таблицам В1 и В2, приложения В.

$$H_{\text{тр}} = 4,36 + 20 + 9,75 + 5,22 + 0,58 = 39,91 \text{ м.}$$

6 Контроль и автоматизация

Создание проектов долговечных архитектурных конструкций строится на глубоких инженерных анализах, которые принимают во внимание все аспекты взаимодействия, обеспечивающие стабильное функционирование системы в рамках предварительно установленных и запланированных условий.

В процессе эксплуатации техники она нередко находится не в идеальных условиях, а в динамично меняющихся режимах. В этих обстоятельствах требуется внешнее управление, чтобы привести устройство вновь к его первоначальным характеристикам. Этот процесс называется регулировкой работы оборудования.

Целью «управления является направленное влияние на систему, что приводит к желаемому изменению ее состояния. Сигналы, подаваемые на вход управляющей системы, могут нести информацию не только о изменении контролируемой величины, но и о любых других функциях системы и их изменениях во времени, что отражает ход управления.

Основная задача управления заключается в целенаправленном воздействии на систему с целью достижения желаемого изменения ее состояния. Информационные сигналы, поступающие на вход управляющего устройства, могут нести в себе данные не только о трансформации управляемого параметра, но и о любых других функциях системы, их динамике во времени, что демонстрирует прогресс управленческого процесса.

Специфика автоматических систем контроля заключается в следующем: воздействие на систему распространяется по замкнутому контуру последовательно от одного элемента к другому, и регулятор постоянно находится в рабочем состоянии.

В автоматизированной системе управления присутствуют те же основные компоненты, что и в ручном режиме, и она выполняет аналогичные задачи, но без участия человека» [3].

Преимущества такой системы заключаются в ее возможности самостоятельно корректировать регулируемый параметр и в способности оперативно реагировать на сложные возмущения, воздействующие на контролируемую систему.

В помещении, «оборудованном тепловыми системами с трубами из полимерных материалов, необходимо осуществлять автоматическое управление показателями теплоносителя в каждом тепловом коллекторе независимо от объема отпускаемой тепловой энергии. При этом температура теплоносителя не должна превышать 90 градусов цельсия.

Автоматизация процессов осуществляется с использованием электронных устройств регулирования температуры серии ECL Comfort, которые включают в себя погодную коррекцию.

Для корректной работы системы регулирования температуры теплоносителя к электронным регуляторам серии ELC необходимо присоединить температурные сенсоры в виде платиновых термометров.

Датчики по своей конструкции подразделяются:

- датчик температуры наружного воздуха ESMT;
- накладной датчик температуры теплоносителя ESM-11;

Для определения необходимой температуры теплоносителя в системе отопления используется электронный контроллер ESMT, который управляется по заданному температурному графику и влияет на работу седельного клапана регулирования теплового потока (VB2) [3].

На рисунке 7 представлена функциональная схема автоматизированной работы с использованием электронных устройств регулирования ECL Comfort и седельного регулирующего клапана VB2.

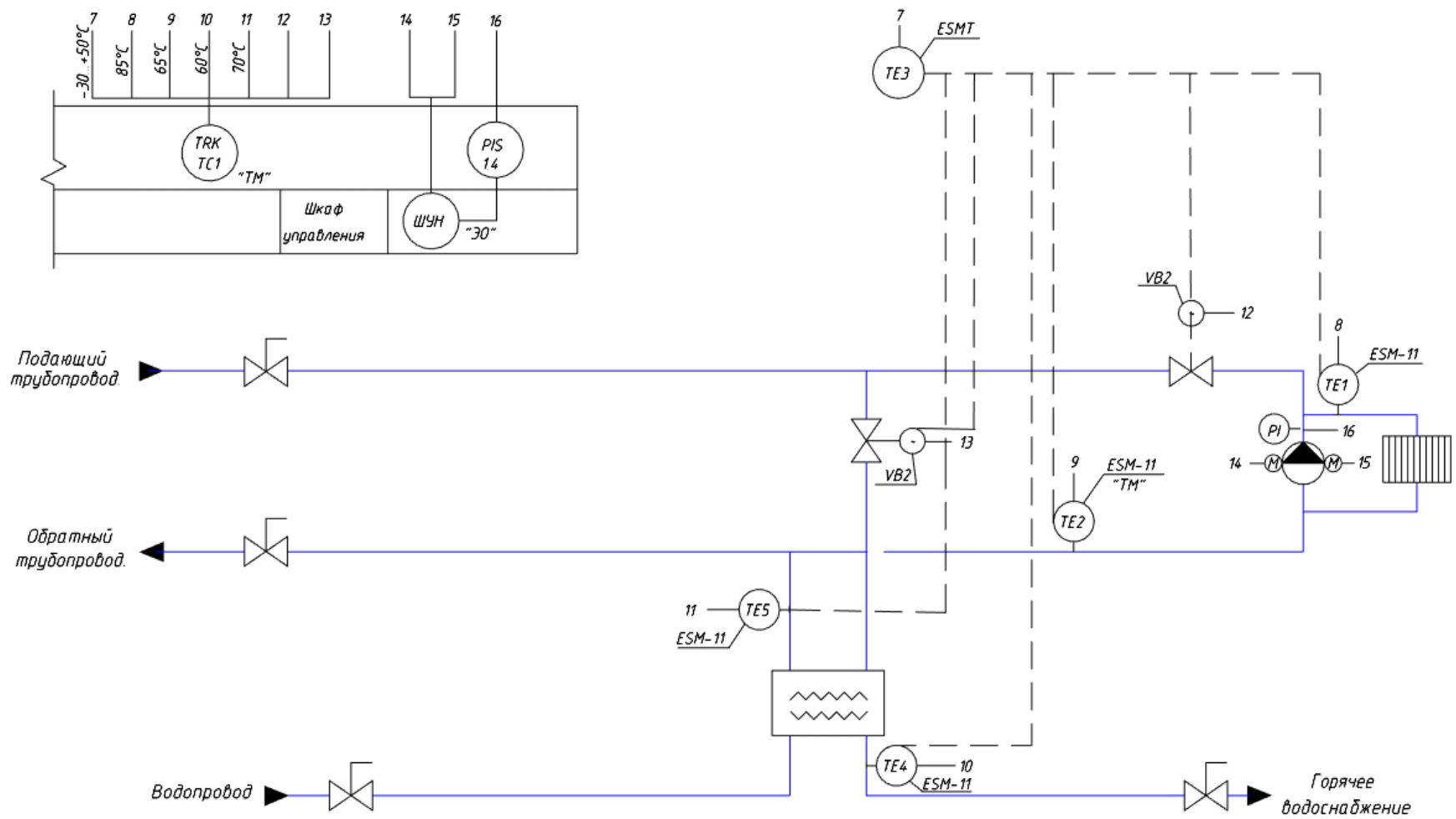


Рисунок 7 – Автоматизация теплового пункта с системой ECL Comfort

7 Безопасность жизнедеятельности

При монтаже систем вентиляции особую роль играют сварочные работы. Процесс сварки включает в себя нагревание металлических компонентов до такой степени, чтобы их атомы слились вместе, образуя крепкие межатомные связи, обеспечивающие надежное соединение.

Такие действия оказывают негативное воздействие на здоровье специалистов, выполняющих сварочные работы, из-за «выделения значительного количества тепла, пыли и газов в окружающую среду. Вблизи рабочих мест сварщиков концентрация этих вредных веществ часто значительно превышает допустимые нормативы. В результате, сварщики подвержены риску развития профессиональных заболеваний в гораздо большей мере, чем работники других отраслей. К таким заболеваниям относятся пневмокониозы, отравление марганцем и другими металлами, а также воздействие сварочной пыли.

Во время проведения сварочных операций возникает сварочная пыль, являющаяся результатом окисления металлических элементов, легирующих компонентов и флюса в рабочей среде. Большую часть этой пыли составляют токсичные составляющие: оксиды марганца и кремния, которые составляют более 50% от общего количества пылевых частиц. Марганцевые соединения, проникнув в организм, могут привести к повреждению лёгких, печени, кровеносной системы и ЦНС, вызывая их негативные изменения. Кремниевые оксиды, проникнув в организм, могут нарушить работу множества жизненно важных систем. Кроме того, вредными являются соединения хрома и цинка, которые выделяются в меньших количествах. Обеспечить защиту от вредных веществ во время сварочных операций можно только через грамотно организованный рабочий процесс и применение всех доступных средств индивидуальной защиты» [8].

Чтобы всесторонне исследовать негативные элементы и найти методы их устранения, разрабатывается технический документ, посвященный анализу технологических операций, происходящих на данном объекте.

Таблица 11 – Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция	Наим. должности работника, выполняющего операцию	Оборудование, устройство	Материалы, вещества
Монтаж систем вентиляции	Сварка оцинкованных воздуховодов	Монтажник системы вентиляции, электросварщик ручной сварки	Паяльник, фаскосниматель, калиброватель, торцеватель, труборез	Электроды Э-42А, УОНИ 13/45.

Монтаж системы вентиляции подразумевает под собой риск получения травмы. Во избежание несчастных случаев необходимо определить вероятные риски и далее принять меры безопасности. Опасные и вредные факторы определяются картой рисков и опасностей для электросварщиков.

Таблица 12 – Идентификация профессиональных рисков

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Существующие меры управления воздействием опасности
Монтаж воздуховодов	Острые края, выступы и неровная поверхность на металлических элементах, которые подлежат сварке (или резке), а также на транспортных средствах и дополнительном оборудовании.	Применение СИЗ рук, тела, головы.
	Предметы и элементы оборудования, которые выступают вперед, могут представлять опасность при выполнении задач на временной рабочей площадке, особенно когда пространство ограничено и освещение недостаточно для осуществления работы.	Применение сигнальных и предупредительных цветов, надписей.
	Металлические осколки и фрагменты инструмента, образующиеся в процессе чистки сварных соединений (в том числе удаление окалины) и использования углошлифовальной машины, а также при работе с ударным слесарным оборудованием.	Применение СИЗ защиты головы, лица, глаз и поверхностей тела (каска защитная, лицевые щитки, защитные очки, спецодежда) Периодический контроль за состоянием слесарного и электроинструмента, шлифовальных и отрезных кругов
	Психологическое напряжение и эмоциональное возбуждение, возникающие при реагировании на чрезвычайные обстоятельства.	Медицинская помощь

В соответствии с характеристиками профессиональных рисков, примем оптимальные методы и средства защиты, направленные на минимизацию или полное исключение негативного и опасного производственного воздействия. Для защиты от различных видов загрязнений и механических повреждений рекомендуются хлопчатобумажные костюмы. Перчатки с полимерным покрытием обеспечивают защиту рук от сырости и механических воздействий. Для ног используются резиновые сапоги, а для защиты глаз – сварочные маски.

8 Организация монтажных работ

8.1 Этапы монтажа вентиляционной системы

Монтаж систем вентиляции ведётся поточным методом бригадой из 4 человек: бригадир 5–го разряда, 2 рабочих 4–го разряда и один рабочий 3–го разряда. Продолжительность монтажа составляет 3 дня.

Технология монтажа включает в себя:

1. Подготовка места установки.

Перед началом установки необходимо подготовить место в подвале (техподполье) храма, где будет размещена приточная установка. Убедитесь, что место выбрано таким образом, чтобы оно соответствовало требованиям безопасности и обеспечивало свободный доступ для монтажных работ.

2. Установка воздушного клапана:

– Установить клапан воздушный на входе в венткамеру. Обеспечить герметичное соединение и правильную фиксацию.

3. Установка фильтра:

– Разместить ячеистый фильтр ФЯ–7 в приточной установке. Убедитесь, что фильтр установлен правильно и его класс очистки соответствует требованиям (EU4).

4. Монтаж нагревателя жидкостного:

– Установить жидкостный нагреватель КАН–7/2 в приточной установке. Подключите его к смесительному узлу оборудованному в венткамере.

5. Установка осевого вентилятора:

– Установить осевой вентилятор в приточной установке. Обеспечить правильное подключение электрических проводов и фиксацию вентилятора.

6. Установка шумоглушителя:

– Разместить шумоглушитель в системе вентиляции после вентилятора. Перед шумоглушителем установить переход эксцентрический. Убедитесь, что

он правильно смонтирован и обеспечивает эффективное снижение уровня шума.

7. Установка воздухопроводов:

– Разместите воздухопроводы прямоугольного сечения в соответствии с проектной документацией. Обеспечить герметичное соединение всех соединительных элементов и их правильное размещение в помещении храма.

8. Подключение к системе и настройка:

– После завершения установки всех компонентов приточной установки и воздухопроводов, провести подключение к системе управления и настройку оборудования. Убедиться, что все параметры работы системы соответствуют требованиям проекта.

9. Проверка и испытание:

– После завершения монтажа проведите проверку всех элементов системы на герметичность и правильную работу. Выполните испытание системы вентиляции для убедительности в ее эффективности и соответствии требованиям.

10. Документация и сдача работ:

– Завершить монтажные работы подготовкой необходимой документации, включая акты выполненных работ и другие сопутствующие документы. Сдать работы в эксплуатацию.

Монтаж систем вести в соответствии с СП [30].

Состав работы:

- Доставка секций к месту монтажа на расстояние до 20 м.
- Установка секций.
- Присоединение секций с установкой прокладок, затяжкой гаек и выверкой по уровню.

8.2 Определение состава и объема работ

Подсчет объемов строительных и монтажных работ производится по расчётным схемам, при учёте единиц измерения составленных в [9–11]. Работы проводятся в одну захватку.

В рамках данной выпускной работы представлены таблицы, которые включают в себя информацию о составе рабочей бригады, а также о последовательность выполняемых работ, связанных с монтажом системы вентиляции. Эти таблицы являются ключевым элементом в процессе организации и планирования работы, позволяя каждому специалисту и руководителю проекта точно знать, какие задачи стоят перед каждым участником команды и в каком порядке они должны быть выполнены для обеспечения эффективного и качественного монтажа системы вентиляции.

Монтажная схема системы вентиляции приведена в Приложении Д.

Таблица 13 – Комплектующая ведомость системы

№ детали	Наименование	D, мм	Длина, м	Центр. угол, °С	Кол-во, ед	Поверхность, м ²		Примечание
						Ед.	Всего	
3	Переход	1100× 1300/800×500	0,6	-	1	2,85	2,85	
10		800×500/600×500	0,5	-	1	1,45	1,45	
15		600×500/500×500	0,5	-	1	1,26	1,26	
4	Отвод	800×500	0,5	90	2	2,40	4,41	
12		500×500	0,4	90	1	1,38	1,38	
9	Тройник П	800×500/600×500	0,8	90	1	2,00	2,00	Длина врезки, L=100мм
5	П	800×500	1	-	4	3,20	12,80	
7		600×500	1,25	-	5	3,00	12,00	
22		500×500	1,25	-	1	2,50	2,50	
8		500×500	1	-	1	2,00	2,00	
						Итого:	42,65	

Таблица 14 – Ведомость затрат труда

№ п/п	Шифр норм.	Наименование работ	Состав звена	Ед. изм.	Объём работ	Норма на ед. изм. Чел-час	Затраты труда на весь объём чел-час
1	2	3	4	5	6	7	8
1	E10-18	Фильтры ячейковые	5 разр. - 1 3 разр - 1	шт	1	0,65	0,65
2	E31-53	Вентиляторы осевые	5 разр. - 1 3 разр - 1	шт	1	1,2	1,2
3	E10-20	Шумоглушители	5 разр. - 1 4 разр. - 1 3 разр - 1	м ²	2,6	1,1	2,86
4	E9-2-1	Прокладка воздухопроводов класса П (плотные) из оцинкованной стали: толщиной 1 мм с установкой креплений: диаметром до 630 мм	5 разр. - 1 4 разр. - 2 3 разр - 1	м ²	29,3	0,47	13,77
	E9-2-4	Клапаны, соединение на фланцах до 1мм	5 разр. - 1 4 разр. - 1 3 разр - 1	шт	1	1,95	1,95
8	E10-16	Жалюзийные решётки	5 разр. - 1 4 разр - 1	м ²	2,48	1,3	3,22
							23,65

Заключение

Когда я начал размышлять о теме для своей дипломной работы, я хотел выбрать что-то, что не только имеет значительное историческое и культурное значение, но и может быть реализуемо в качестве проекта. Проектируемый храм преподобного Серафима Саровского в нашем городе стал для меня как идеальный объект для выпускной работы

Во-первых, это уникальное здание сочетает в себе элементы русской классической архитектуры и традиций русского народа. Это сразу привлекло мое внимание, так как мне интересно было изучить, как можно совместить то что мы проходили на уроках, в теории, с реальным объектом православной культуры

Во-вторых, храм является домом молитвы, местом пребывания Бога.

Я решил изучить особенности проектирования систем водоснабжения и водоотведения, отопления и вентиляции храма, так как это позволит мне понять не только технические аспекты его функционирования, но и исторические контексты, в которых он был построен.

В ходе работы была проведён полный анализ инженерных систем с проектированием индивидуального автоматизированного теплового пункта. Таким образом, моя дипломная работа включает в себе комплексное исследование храма преподобного Серафима Саровского: его архитектурных особенностей, микроклимата, режима проведения служб и размещения в нём инженерных систем и средств автоматизации. Эта работа позволила мне не только углубиться в предметную область моей специальности, но и принести полезный вклад в сохранение этого важного памятника культуры.

Список используемых источников

1. «Rifal Alum 500» рекомендации по применению алюминиевого радиатора повышенной прочности.
2. АВОК СТАНДАРТ–2–2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Актуализированная версия АВОК СТАНДАРТ–2–2002 [Электронный ресурс]. – Введ. 2004.– 06.– 09.– Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/AVOKStandart22004Xramupra.html>
3. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. для студ. вузов [Текст] / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова и др.; Под ред В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1986. – 479 с.: ил.
4. Богословский В. Н. Отопление: Учебник для вузов / В. Н. Богословский, А. Н. Сканава. – М. : Стройиздат, 1991.
5. Внутренние санитарно–технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2/Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, 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: ил.–(Справочник проектировщика)
6. Возняк Е. Р., Горюнов В. С., Семенцов С. В. Архитектура православных храмов на примере храмов Санкт–Петербурга. – СПб., 2010. С. 34.
7. Возняк Е.Р., Горюнов В.С., Семенцов С.В. Архитектура православных храмов на примере храмов Санкт–Петербурга. – СПб., 2010. С. 34.
8. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.–методическое пособие (2–е изд. Доп.). – Тольятти: изд–во ТГУ, 2024. –22 с.
9. ЕНиР Сборник 10. Сооружение систем вентиляции. Москва 1987.
10. ЕНиР Сборник Е31. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. Москва 1969.
11. ЕНиР Сборник Е9. Монтаж внутренних санитарно–технических систем. Выпуск 2. Промышленная вентиляция. Издательство «Медицина», Москва 1969.

12. Естественная вентиляция с побуждением | АВОК (abok.ru)
13. Кочев А.Г. Физико–математическое описание естественной конвекции в помещениях православных храмов / А.Г. Кочев, М.М. Соколов // Приволжский научный журнал. 2012. – № 2 (22). – С 78–85.
14. Лекции по курсу «ВЕНТИЛЯЦИЯ»/ Нагорная А.Н.
15. Методика по определению расчётных расходов воды и стоков в системе водоснабжение и канализация зданий и сооружений, Москва 2017.
16. Микроклимат церковных зданий. Основы нормализации температурновлажностного режима памятников культовой архитектуры. – М.: Изд. ГосНИИР, 2000.
17. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции [Текст] / Учеб. Пособие для вузов. –Мн.: Выш. шк., 1986. –304 с.: ил.
18. НПО Тепломаш. Воздушно–тепловые завесы [Электронный ресурс] / Каталог.– 2016.– Режим доступа: <http://www.teplomash.ru/teplovye-zavesy/200/teplovaya-zavesa-122007>
19. Православные храмы. Православные храмы и комплексы: пособие по проектированию и строительству (к СП 31–103–99). – М., 2003. Т. 2.
20. Проектирование систем отопления и вентиляции храма иконы Божией Матери «Утоли моя печали» с применением имитационного моделирования воздушных потоков, г. Челябинск. Потапенко А.Д.
21. Реконструкция систем создания и поддержания микроклимата в православных храмах | АВОК (abok.ru)
22. Системы кондиционирования микроклимата в православных храмах | АВОК (abok.ru)
23. Сканави А. Н. Отопление: учеб. для студ. вузов [Текст] / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. – Гриф МО. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.
24. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99. – М.: 2012. – 113 с.
25. СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий».

26. СП 31–103–99 «Здания, сооружения и комплексы православных храмов» / Утв. постановлением Госстроя РФ от 27 декабря 1999 г. N 92. – М.: АХЦ «Арххрам», ГУП ЦПП, 2000.

27. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий – М.: Госстрой России, 2012

28. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41–01–2003». – М., 2003.

29. СП 73.13330.2016. СНиП 3.05.01–85. Свод правил. Внутренние санитарно–технические системы зданий/

30. Табунщиков Ю.А., Бородач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК–Пресс, 2002.

31. Указания по расчету и применению воздухораспределителей. [Электронный ресурс] / Каталог.– 2016.– Режим доступа: <https://arktoscomfort.ru/wp-content/Kat/air/katalog/2018/11.pdf>.

32. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Издание 6. Ф.А. Шевелев.

33. Таршилов, Ю. Н. Анализ систем обеспечения микроклимата православных храмов / Ю. Н. Таршилов // Образование. Наука. Производство : Материалы X Международного молодежного форума с международным участием, Белгород, 01–15 октября 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 421-425. – EDN TLIPGN.

34. Таршилов, Ю. Н. О системах вентиляции, обеспечивающих пожарную безопасность в местах массового пребывания людей / Ю. Н. Таршилов // Молодежь и научно-технический прогресс : Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т., Губкин, 18 апреля 2019 года. Том 3. – Губкин: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 105-106. – EDN UBSEOX.

Приложение А

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Таблица А.1 – Расчёт теплопотерь

Номер комнаты	Наименование помещения	Обознач. ограждения	Стороны света	Размер ограждения, м		Площадь F, м ²	К, Вт/м ² ·°С	Δt, °С	Расход теплоты Q, Вт	Добавочные теплопотери			Σ(β+1)	Q · Σ(β+1), Вт	Q _{инф} , Вт	ΣQ, Вт
				a	h					на ориен.	прочие	сумма				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Алтарь	НС	В	14,40	5,02	68,15	0,85	41	2375	0,1	0,05	0,15	1,15	2731		
		НС	С	2,08	5,02	10,42	0,85	41	363	0,1	0,05	0,15	1,15	417		
		НС	Ю	2,08	5,02	10,42	0,85	41	363		0,05	0,05	1,05	381		
		ПЛ				51,20	0,45	9	207			0	1	207		
		ПТ				62,20	0,18	41	459			0	1	459		
		ОК1	В	0,90	2,30	2,07	2	41	170	0,1	0,05	0,15	1,15	195	92	
		ОК1	В	0,90	2,30	2,07	2	41	170		0,05	0,05	1,05	178	92	
															4570	185
2	Центральная часть храма	НС	С	10,86	5,02	57,52	0,85	41	2004	0,1	0,05	0,15	1,15	2305		
		НС	С	10,86	5,71	52,03	0,85	41	1813	0,1	0,05	0,15	1,15	2085		
		НС	3	9,79	5,71	55,90	0,85	41	1948	0,05	0,05	0,1	1,1	2143		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1 – Расчёт теплопотерь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		НС	В	9,79	5,71	55,90	0,85	41	1948	0,1	0,05	0,15	1,15	2240		
		НС	Ю	10,86	5,02	57,52	0,85	41	2004			0	1	2004		
		НС	Ю	10,86	5,71	52,03	0,85	41	1813			0	1	1813		
		2НС	З	5,35	5,02	50,35	0,85	41	1755	0,05	0,05	0,1	1,1	1930		
		2НС	В	5,35	5,02	50,35	0,85	41	1755	0,1	0,05	0,15	1,15	2018		
		ПЛ		9,45	19,25	181,91	0,45	9	737			0	1	737		
		ПТ				268,50	0,8	41	8807			0	1	8807		
		3ОК1	С	0,90	2,30	6,21	2	41	509	0,1	0,05	0,15	1,15	586	277	
		2ОК2	С	0,90	2,30	4,14	2	41	339	0,1	0,05	0,15	1,15	390	225	
		ОК3	С	0,90	3,45	3,11	2	44	273	0,1	0,05	0,15	1,15	314	181	
		3ОК1	Ю	0,90	2,30	6,21	2	44	546		0,05	0,05	1,05	574	277	
		2ОК2	Ю	0,90	2,30	4,14	2	44	364		0,05	0,05	1,05	383	225	
		ОК3	Ю	0,90	3,45	3,11	2	44	273		0,05	0,05	1,05	287	181	
		2ДВ	З	0,80	2,10	3,36	1,41	44	208	0,05	0,05	0,1	1,1	229	161	
														28846	1528	30374
3	Трапезная	НС	С	8,80	3,50	24,59	0,85	41	857	0,1	0,05	0,15	1,15	986		
		НС	З	2,50	3,50	8,75	0,85	41	305	0,05	0,05	0,1	1,1	335		
		НС	Ю	10,80	3,50	31,59	0,85	41	1101		0,05	0,05	1,05	1156		
		3ОК1	С	0,90	2,30	6,21	2	41	509	0,1	0,05	0,15	1,15	586	277	
		3ОК1	Ю	0,90	2,30	6,21	2	41	509		0,05	0,05	1,05	535	277	
		ПЛ		9,50	8,55	81,23	0,45	9	329			0	1	329		
														3926	554	4480

Продолжение Приложения А

Продолжение таблица А.1 – Расчёт теплопотерь православного храма

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Мансарда	НС	С	8,80	1,52	13,38	0,85	43	489	0,1	0,05	0,15	1,15	562		
		2НС	З			3,80	0,85	43	139	0,05	0,05	0,1	1,1	153		
		НС	Ю	8,80	1,52	13,38	0,85	43	489		0,05	0,05	1,05	513		
		6ОК-4	С	0,78	1,40	6,55	2	43	563	0,1	0,05	0,15	1,15	648	266	
		ПТ				77,55	0,18	43	600				1	600		
														2477	266	2743
5	Колокольня	НС	С	3,10	3,50	10,85	0,85	41	378	0,1	0,05	0,15	1,15	435		
		НС	Ю	2,48	3,50	8,68	0,85	41	302		0,05	0,05	1,05	318		
		НС	З	3,10	3,50	10,85	0,85	41	378	0,05	0,05	0,1	1,1	416		
		ПТ			3,76	3,55	13,35	0,66	41	361				1	361	
		ПЛ			3,76	3,55	13,35	0,45	9	54				1	54	
		ДВ	З	1,27	2,70	3,43	1,41	41	198	0,05	0,05	0,1	1,1	218	257	
														1802	257	2059
6	Подсобное помещение	НС	С	2,00	3,50	7,00	0,85	41	244	0,1	0,05	0,15	1,15	281		
		НС	З	2,50	3,50	8,75	0,85	41	305	0,05	0,05	0,1	1,1	335		
		ПЛ			1,30	1,86	2,42	0,45	9	10			0	1	10	
														626		626
																45036

Приложение Б
Расчёт системы отопления

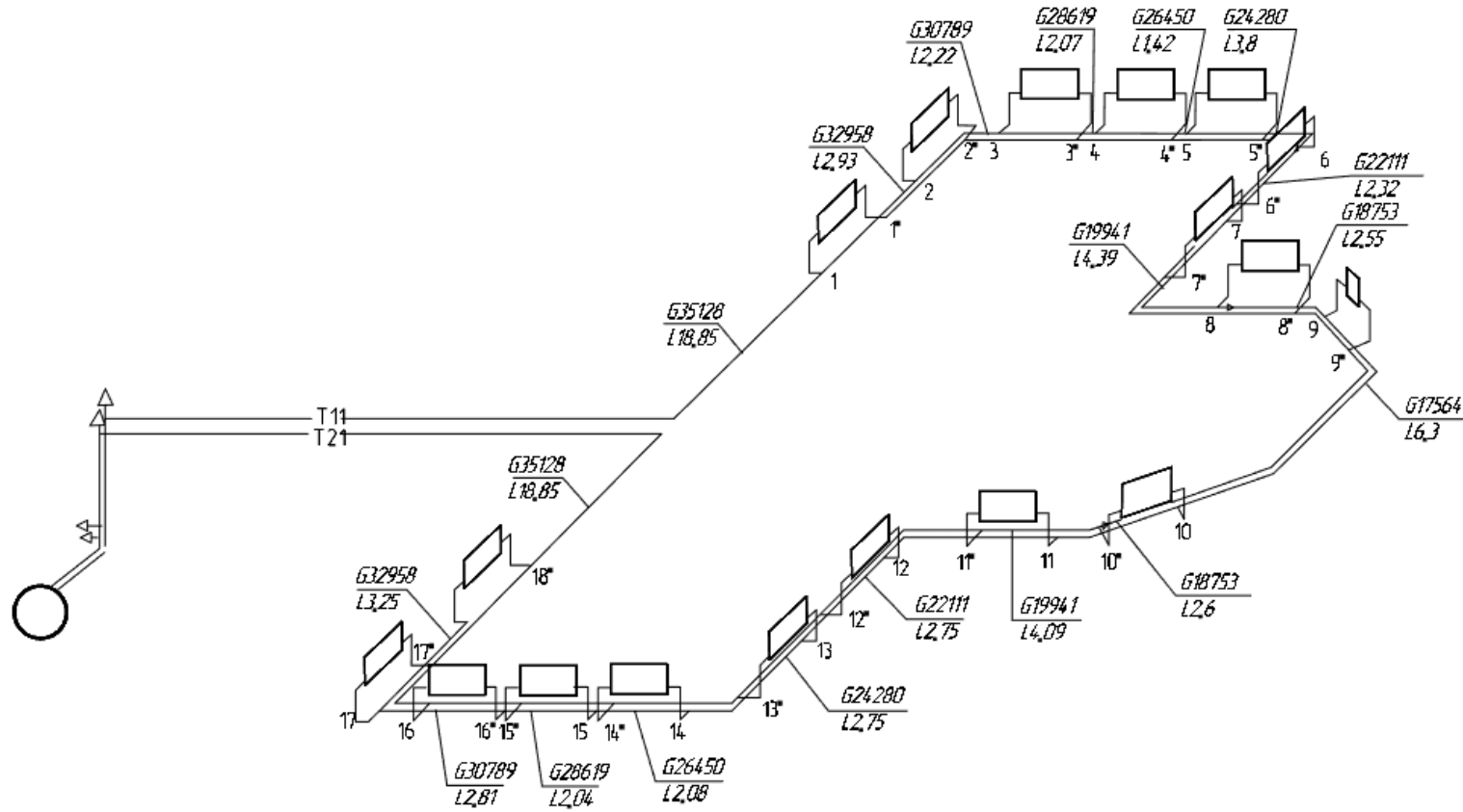


Рисунок Б.1 – Расчётная схема система отопления 1

Продолжение Приложения Б

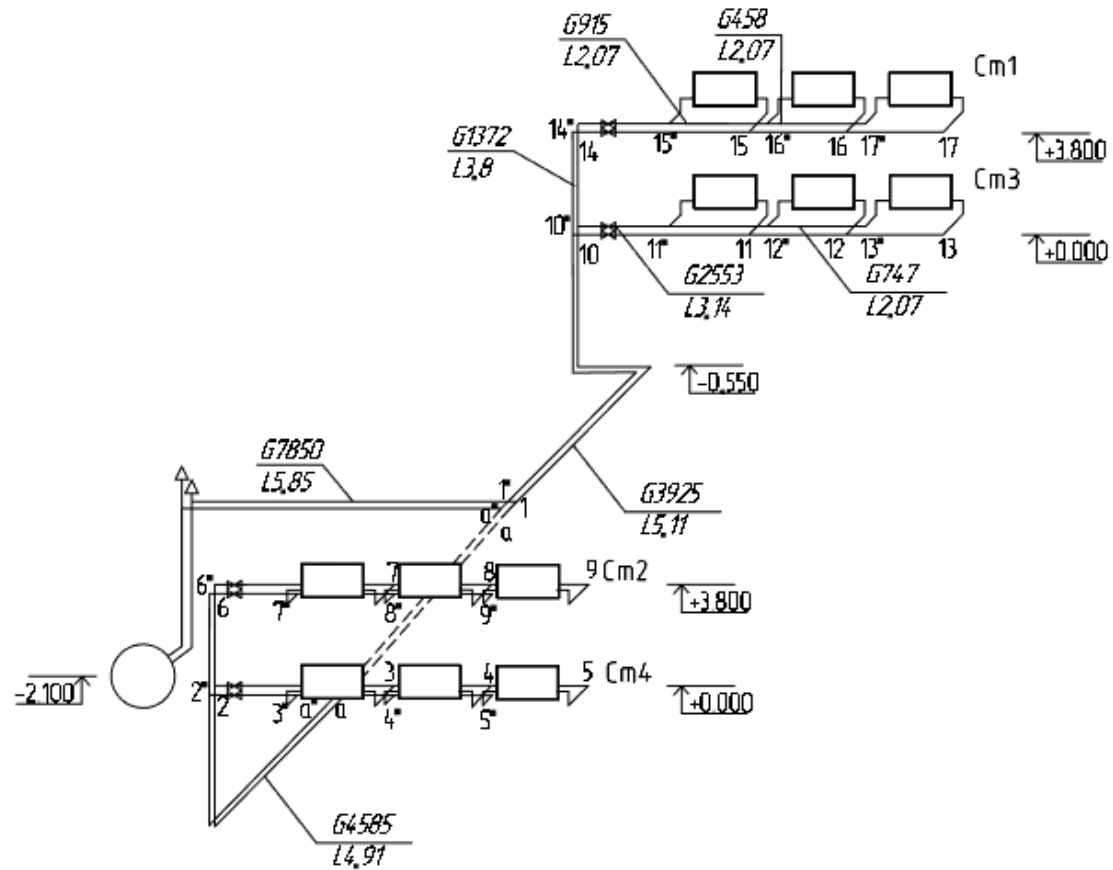


Рисунок Б.1 – Расчётная схема система отопления 2

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.1 – Гидравлический расчёт попутной системы отопления

№уч.	Q _{уч} , Вт	G, л/с	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	P _д , Па	R·l, Па	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ГЦК, ΔP _p =8801Па													
ИТП-1	35128	0,45	18,85	65,5	50x6,9	75	0,45	0,10	1413,8	13,2	1,3	1415,0	3 отвод –2,5, вентиль – 5,7
1-2	32958	0,42	2,93		50x6,9	63	0,42	0,09	184,6	0,5	0,0	184,6	тройник на проход – 0,5
2-3	30789	0,39	2,22		50x6,9	58	0,39	0,07	128,8	3,0	0,2	129,0	тройник на проход – 0,5 , отвод 90' – 2,5
3-4	28619	0,36	2,07		50x6,9	54	0,37	0,07	111,8	0,5	0,0	111,8	тройник на проход – 0,5
4-5	26450	0,34	1,42		40x5,5	138	0,54	0,14	196,0	0,5	0,1	196,0	тройник на проход – 0,5
5-6	24280	0,31	3,8		40x5,5	117	0,51	0,13	444,6	3,0	0,4	445,0	тройник на проход – 0,5, отвод 90' – 2,5
6-7	22111	0,28	2,32		40x5,5	98	0,46	0,10	227,4	1,4	0,1	227,5	переход –0,4, тройник на проход – 1
7-8	19941	0,25	4,39		40x5,5	85	0,40	0,08	373,2	5,2	0,4	373,6	тройник на проход – 1 , отвод 90' – 4,2
8-9	18753	0,24	2,55		40x5,5	80	0,40	0,08	204,0	2,5	0,2	204,2	тройник на проход – 0,9, отвод 45' – 1,1, переход – 0,5
9-9'	1189	0,02	1		16x2,2	80	0,20	0,02	80,0	35,4	0,7	80,7	2 тройник на поворот – 3,8 , 4 отвод 90' – 3,7 , вентиль – 10,5, балансировочный клапан – 3,7, радиатор – 1
9'-10'	17564	0,22	6,3		40x5,5	62	0,34	0,06	390,6	3,6	0,2	390,8	тройник на проход – 0,9 , 2 отвода 45' – 1,1, переход –0,5
10'-11'	18753	0,24	2,6		40x5,5	80	0,40	0,08	208,0	2,0	0,2	208,2	тройник на проход – 0,9, отвод 45' – 1,1
11'-12'	19941	0,25	4,09		40x5,5	85	0,40	0,08	347,7	5,2	0,4	348,1	тройник на проход – 1, отвод 90' – 4,2
12'-13'	22111	0,28	2,04	40x5,5	98	0,46	0,10	199,9	1,5	0,2	200,1	тройник на проход – 1, переход – 0,5	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1 – Гидравлический расчёт попутной системы отопления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13'-14'	24280	0,31	2,75		40x5,5	117	0,51	0,13	321,8	5,2	0,7	322,4	тройник на проход – 1, отвод 90' – 4,2
14'-15'	26450	0,34	2,08		40x5,5	138	0,54	0,14	287,0	1,0	0,1	287,2	тройник на проход – 1
15'-16'	28619	0,36	2,04		50x6,9	48	0,34	0,06	97,9	0,5	0,0	97,9	тройник на проход – 0,5
16'-17'	30789	0,39	2,81		50x6,9	58	0,39	0,07	163,0	3,0	0,2	163,2	тройник на проход – 0,5, твод 90' – 2,5
17'-18'	32958	0,42	2,77		50x6,9	63	0,42	0,09	174,5	0,5	0,0	174,6	тройник на проход – 0,5
18'-ИТП	35128	0,45	18,25		50x6,9	75	0,45	0,10	1368,8	13,2	1,3	1370,0	3 отвод – 2.5, вентиль – 5,7
			87,28									7700	
Запас $((8801-7700)/8801) \cdot 100\% = 12,5\%$													
Второстепенное кольцо через стояк 1, $\Delta P_p = 1872$ Па													
1-2'	2170	0,03	3,79	59	20x2,8	65	0,20	0,02	246,4	37,6	0,7	247,1	2 тройник на ответвление – 3,8 , 4 отвод 90' – 3,7 , вентиль – 10,5, балансировочный клапан – 3,7, радиатор – 1
2'-3'	4339	0,06	2,34		25x3,5	77	0,24	0,03	180,2	1,5	0,0	180,2	тройник на проход – 0,9, переход – 0,6
3'-4'	6509	0,08	2,07		25x3,5	95	0,28	0,04	196,7	1,1	0,0	196,7	тройник на проход – 0,9
4'-5'	8678	0,11	1,42		25x3,5	110	0,31	0,05	156,2	1,5	0,1	156,3	тройник на проход – 0,9, переход – 0,6
5'-6'	10848	0,14	3,8		32x4,4	96	0,32	0,05	364,8	5,1	0,3	365,1	тройник на проход – 0,9, отвод 90' – 4,2
6'-7'	13017	0,17	2,32		32x4,4	129	0,41	0,08	299,3	1,5	0,1	299,4	тройник на проход – 0,9, переход – 0,6
7'-8'	15187	0,19	4,39		40x5,5	48	0,29	0,04	210,7	1,1	0,0	210,8	тройник на проход – 1,1
8'-9'	16376	0,21	2,55		40x5,5	52	0,30	0,04	132,6	5,3	0,2	132,8	тройник на проход – 1,1 , отвод 90' – 4,2
													1788,3
										Невязка%			$((1872-1788)/1872) \cdot 100\% = 4,5\%$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1 – Гидравлический расчёт попутной системы отопления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Второстепенное кольцо через стояк 18, $\Delta P_p=2192$ Па													
9-10	16505	0,21	6,3	59	40x5,5	54	0,32	0,05	340,2	37,6	1,9	342,1	тройник на проход – 1,1 , 2 отвода 45' – 1,1
10-11	15317	0,20	2,6		40x5,5	50	0,30	0,04	130,0	2,0	0,1	130,1	тройник на проход – 0,9, отвод 45' – 1,1
11-12	14128	0,18	4,09		40x5,5	44	0,28	0,04	180,0	5,2	0,2	180,2	тройник на проход – 1, отвод 90' – 4,2
12-13	11958	0,15	2,75		32x4,4	127	0,41	0,08	349,3	0,9	0,1	349,3	тройник на проход – 0,9, отвод 45' – 1,1
13-14	9789	0,13	2,75		32x4,4	83	0,29	0,04	228,3	5,2	0,2	228,5	тройник на проход – 1,1, отвод 90' – 4,1
14-15	7619	0,10	2,08		32x4,4	50	0,20	0,02	104,0	1,1	0,0	104,0	тройник на проход – 1,1
15-16	5450	0,07	2,04		25x3,5	90	0,28	0,04	183,6	1,7	0,1	183,7	тройник на проход – 1,1 переход – 0,6
16-17	3280	0,04	2,81		25x3,5	190	0,40	0,08	533,9	4,7	0,4	534,3	тройник на проход – 0,6, твод 90' – 4,1
17-18	1111	0,01	3,25		20x2,8	60	0,20	0,02	195,0	37,6	0,7	195,7	2 тройник на ответвление – 3,8 , 4 отвод 90' – 3,7 , вентиль – 10,5, балансировочный клапан – 3,7, радиатор – 1
												2247,8	
									Невязка%	$((2192-2248)/2192) \cdot 100\% = 2,5\%$			

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.2 – Гидравлический расчёт тупиковой системы отопления

№уч.	Q _{уч} , Вт	G, л/с	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	R _д , Па	R*1, Па	Σξ	Z, Па	R1+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ГЦК ΔP _p =4995Па													
ИТП-1	7850	0,10	5,85	65, 5	32x4,4	72	0,26	0,03	421,2	15,8	0,5	421,7	отвод 90'x2 - 4,1, вентиль - 7,6
1-10	3925	0,05	5,11		25x3,5	70	0,24	0,03	357,7	9,2	0,3	358,0	тройник на разделение потоков - 3,9, переход - 1,2, отвод 90x2 - 4,1
10-15	1372	0,02	6,94		16x2,2	16 0	0,30	0,04	1110, 4	9,6	0,4	1110,8	тройник на прох. -1, отвод 90' - 3,7, вентиль 3,7, переход 1,2
15-16	915	0,01	2,07		16x2,2	80	0,30	0,04	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
16-17	458	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
17-17'	458	0,01	0,5		16x2,2	30	0,10	0,00	15,0	37,4	0,2	15,2	6 отвод 90 -3,7 ,вентиль -10,5 , балансировочный клапан -3,7 , радиатор - 1.
17'-16'	458	0,01	2,07		16x2,2	80	0,10	0,00	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
16'-15'	915	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
15'-10'	1372	0,02	6,94		16x2,2	16 0	0,30	0,04	1110, 4	9,6	0,4	1110,8	тройник на прох. -1, отвод 90' - 3,7, вентиль 3,7, переход 1,2
10'-1'	3925	0,05	5,11		16x2,2	70	0,30	0,04	357,7	9,2	0,4	358,1	тройник на разделение потоков - 3,9, переход - 1,2, отвод 90x2 - 4,1
1'-ИТП	7850	0,10	5,85		25x3,5	72	0,24	0,03	421,2	15,8	0,4	421,6	отвод 90'x2 - 4,1, вентиль - 7,6
			44,5 8										4458,8
												Запас	(4495-4458)/4495*100=10,8%

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2 – Гидравлический расчёт тупиковой системы отопления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Второстепенное кольцо через стояк 2, $\Delta P_p=3615\text{Па}$													
1-10	3925	0,05	4,61	65,5	25x3,5	70	0,24	0,03	322,7	9,2	0,3	323,0	тройник на разделение потоков - 3,9, переход - 1,2, отвод 90x2 - 4,1
10-15	1372	0,02	6,94		16x2,2	160	0,30	0,04	1110,4	9,6	0,4	1110,8	тройник на прох. -1, отвод 90' - 3,7, вентиль 3,7, переход 1,2
15-16	915	0,01	2,07		16x2,2	80	0,30	0,04	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
16-17	458	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
17-17'	458	0,01	0,5		16x2,2	30	0,10	0,00	15,0	37,4	0,2	15,2	6 отвод 90 -3,7 ,вентиль -10,5 , балансировочный клапан -3,7 , радиатор - 1.
17'-16'	458	0,01	2,07		16x2,2	80	0,10	0,00	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
16'-15'	915	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	Тройник на проход - 1,
15'-10'	1372	0,02	6,94		16x2,2	160	0,30	0,04	1110,4	9,6	0,4	1110,8	тройник на прох. -1, отвод 90' - 3,7, вентиль 3,7, переход 1,2
10'-1'	3925	0,05	4,61		16x2,2	70	0,30	0,04	322,7	9,2	0,4	323,1	тройник на разделение потоков - 3,9, переход - 1,2, отвод 90x2 - 4,1
													3545,4
												Невязка	(3615-3545)/3615*100=2%
стояк 3 $\Delta P_p=2899\text{Па}$													
10-11	2553	0,03	3,14	65,5	16x2,2	260	0,40	0,08	816,4	9,4	0,7	817,1	отвод 90' - 3,7, балансировочный клапан - 5,7
11-12	1702	0,02	2,07		16x2,2	160	0,30	0,04	331,2	1,0	0,0	331,2	Тройник на проход - 1,
12-13	747	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	тройник на проход - 1,
13-13'	747	0,01	0,5		16x2,2	30	0,10	0,00	15,0	37,4	0,2	15,2	6 отвод 90 -3,7 ,вентиль -10,5 , балансировочный клапан -3,7 , радиатор - 1.
13'-12'	747	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	тройник на проход - 1,
12'-11'	1702	0,02	2,07		16x2,2	160	0,30	0,04	331,2	1,0	0,0	331,2	Тройник на проход - 1,
11'-10'	2553	0,03	1,07		16x2,2	260	0,40	0,08	278,2	9,4	0,7	278,9	отвод 90' - 3,7, балансировочный клапан - 5,7

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2 – Гидравлический расчёт тупиковой системы отопления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
												2105,0	
											Невязка	(2889-2105)/2889*100=27% Невязка гасится балансировочным клапаном	
Второстепенное кольцо через стояк 4 $\Delta P_p=2899\text{Па}$													
2-3	2553	0,03	3,14	65,5	16x2,2	260	0,40	0,08	816,4	9,4	0,7	817,1	отвод 90' - 3,7, балансировочный клапан - 5,7
3-4	1702	0,02	2,07		16x2,2	160	0,30	0,04	331,2	1,0	0,0	331,2	Тройник на проход - 1,
4-5	747	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	тройник на проход - 1,
5-5'	747	0,01	0,5		16x2,2	30	0,10	0,00	15,0	37,4	0,2	15,2	6 отвод 90 -3,7 ,вентиль -10,5 , балансировочный клапан -3,7 , радиатор - 1.
5'-4'	747	0,01	2,07		16x2,2	80	0,20	0,02	165,6	1,0	0,0	165,6	тройник на проход - 1,
4'-3'	1702	0,02	2,07		16x2,2	160	0,30	0,04	331,2	1,0	0,0	331,2	Тройник на проход - 1,
3'-2'	2553	0,03	1,07		16x2,2	260	0,40	0,08	278,2	9,4	0,7	278,9	отвод 90' - 3,7, балансировочный клапан - 5,7
												2105,0	
											Невязка	(2889-2105)/2889*100=27% Невязка гасится балансировочным клапаном	

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Тепловой расчет отопительных приборов

Наименование помещения	$Q_{\text{пом}}, \text{Вт}$	$G_{\text{ст}}, \text{кг/ч}$	$G_{\text{пр}}, \text{кг/ч}$	$t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{в}}^{90}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{в}}^{90}, \text{м}$	$q_{\text{г}}^{90}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{г}}^{90}, \text{м}$	$t_{\text{вых}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{в}}^{70}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{в}}^{70}, \text{м}$	$q_{\text{г}}^{70}, \text{Вт/м}$	$l_{\text{г}}^{70}, \text{м}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт/м}^2$	$Q_{\text{гр}}, \text{Вт}$	$F_{\text{пр}}, \text{м}^2$	β_3	$N, \text{шт}$
Центральная часть храма	3037 4	138 5	90	83	1,26	103	1,40	70	54	1,26	70	1,40	66	172	212	3018 3	175	0,96	17 3
Алтарь	4754	217	90	83	0,36	103	0,40	70	54	0,36	70	0,40	66	167	61	4700	28	0,98	26
Трапезная	5140	234	90	83	7,54	103	0,60	70	54	7,54	70	0,60	66	168	469	4718	28	0,98	26
Мансардная	2743	125	90	66	0,54	86	0,60	70	44	0,54	58	0,60	64	159	75	2675	17	0,98	15

Приложение В
Расчёт системы вентиляции

Таблица В.1 – Расчёт теплопоступлений от солнечной радиации

	Часы суток													
	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	20-21
	Север													
$q_{вп}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	155	100	59
$q_{вр}$	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17	8
$F, \text{м}^2$	19,71													
k_1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45
k_2	0,9													
$B_{сз}$	1													
$Q_{сол}$	1788	1695	1583	1509	1490	1490	1509	1583	1695	1788	1357	1820	934	535
	Юг													
$q_{вп}$	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	0	0	0	0
$q_{вр}$	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10	3
$F, \text{м}^2$	19,71													
k_1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05
k_2	0,9													
$B_{сз}$	1													
$Q_{сол}$	1277	2275	3209	3983	4366	4366	3983	3209	2275	1277	1490	801	186	56
	Северо-восток													
$q_{вп}$	418	281	119	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вр}$	143	130	107	93	87	85	84	81	79	72	59	37	12	6
$F, \text{м}^2$	2,07													

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1 – Расчёт тепlopоступлений от солнечной радиации

	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	20-21
k1	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,9													
B _{сз}	1													
Q _{сол}	470	345	189	85	170	166	164	158	155	141	49	72	23	12
q _{вп}	457	521	518	465	373	230	65	0	0	0	0	0	0	0
q _{вр}	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12	5
F, м2	2,07													
k1	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
k2	0,9													
B _{сз}	1													
Q _{сол}	508	566	559	500	410	281	137	180	166	143	113	68	23	10
Q _{ср}	4044	4880	5541	6076	6437	6304	5793	5131	4291	3349	3010	2762	1167	612

Продолжение Приложения В

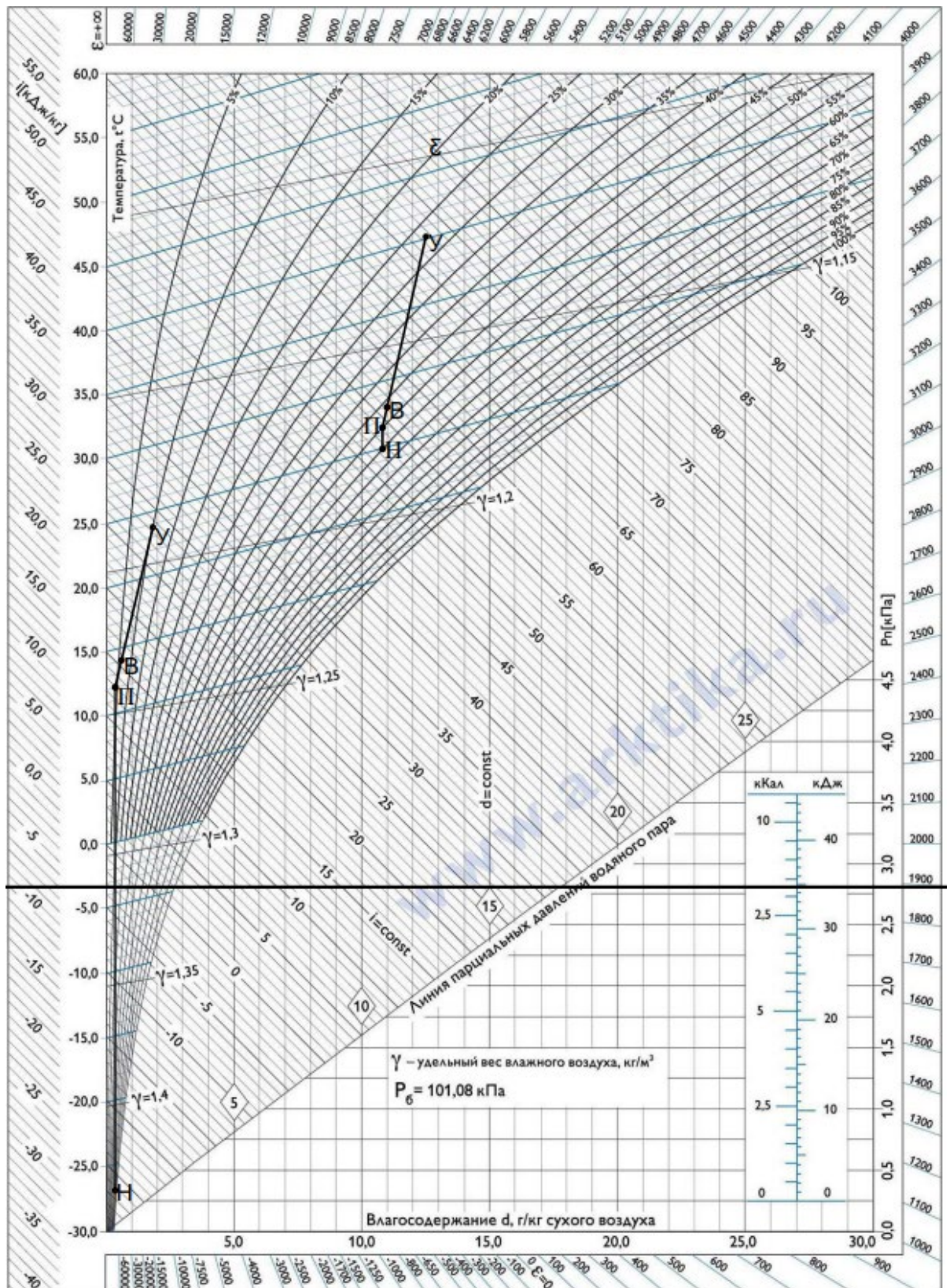


Рисунок В.1 – I-d диаграмма прямоточной обработки воздуха для тёплого и холодного периодов года

Продолжение Приложения В

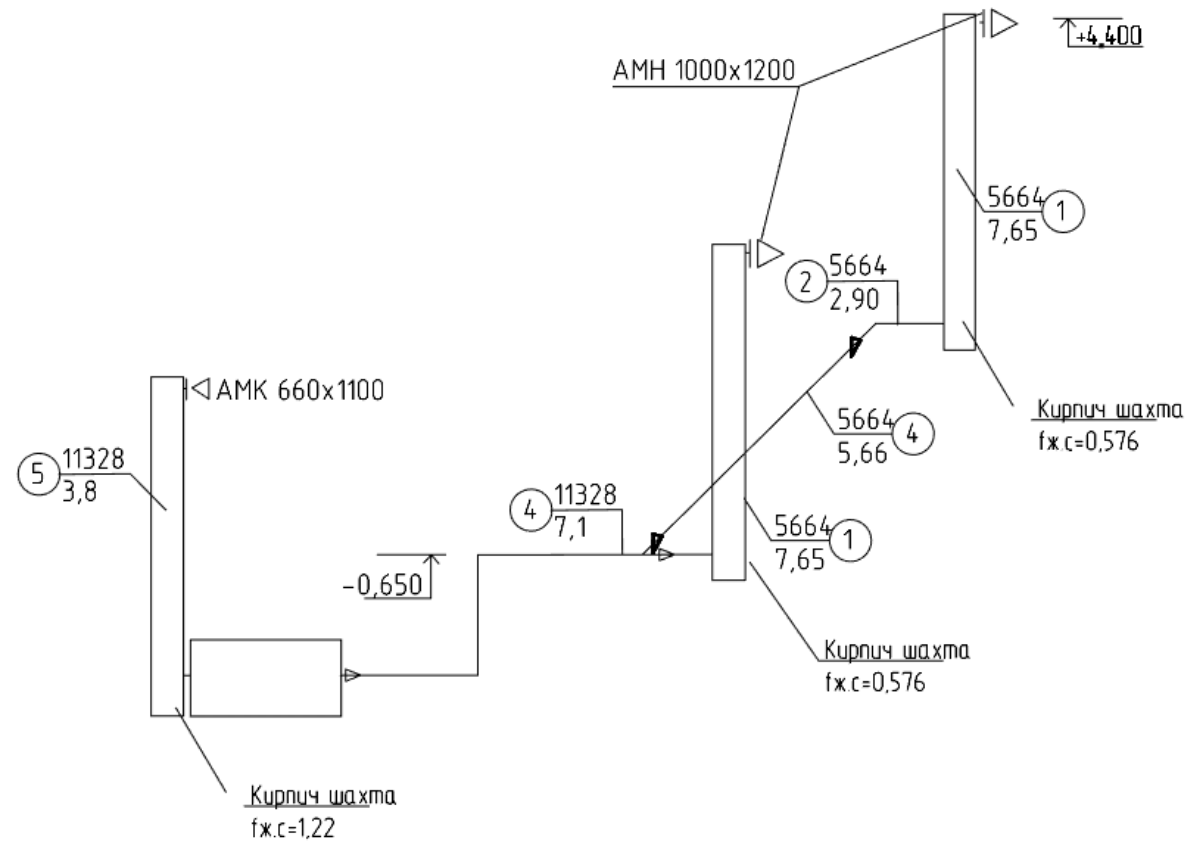


Рисунок В.2 – расчётная схема системы вентиляции

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – аэродинамический расчёт П1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			V _ш ,	R, Па/ м	R/V _ш , Па	P _д , Па	Σξ	z	Rl+z, Па	Σ(Rl + Z), Па	Примечание
			AxB, мм	d _э , мм	v, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
Магистраль														
АМН	5664		1000 x 1200	1091	0,96				0,0	2,00	0,0	0,0	0,0	решетка (2)
1	5664	5,05	1030x510	682	3,5	1,34	0,13	0,9	0,1	0,31	0,0	0,9	1,0	канал в кирпич. Кладке, отвод 90 (0,31)
2	5664	2,9	500x500	500	6,5		0,81	2,3	25,1	0,72	18,1	20,4	21,4	отвод 90' – 0,31x2,переход - 0,1
3	5664	5,66	600x500	545	5		0,45	2,5	15,0	0,40	6,0	8,5	29,9	тройник на разд. – 0,4
4	11328	7,1	800x500	615	8		0,93	6,6	37,9	1,12	42,4	49,0	79,0	2 отвода 90' - 0,31x2, переход - 0,1, КлОЗ - 0,4
После вентилятора														
5	11328	3,8	660x1850	973	3,3	1,33	0,10	0,5	6,3	2,62	16,5	17,0	96,0	отвод 90' – 0,31x2, воздухозаб. решетка (660x1100)– 2

Продолжение Приложения В

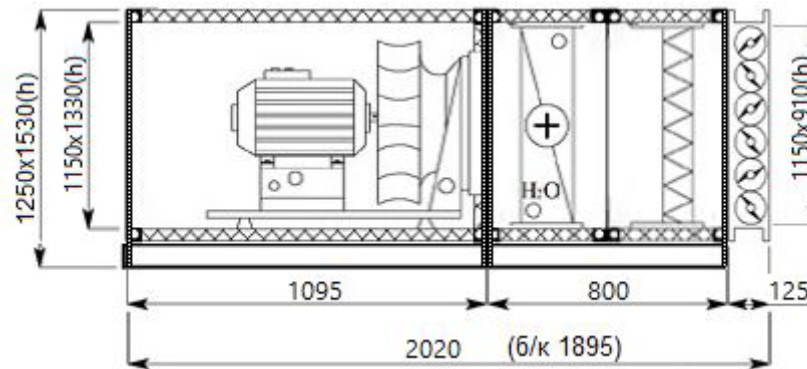
Продолжение таблица В.2 – аэродинамический расчёт П1

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			V _ш ,	R, Па/ м	Rl/V _ш , Па	P _д , Па	Σξ	z	Rl+z, Па	Σ(Rl + Z), Па	Примечание
			AxB, мм	dэ, мм	v, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
Ветвь														
АМН	5664		1000·120 0	1091	0,96				0,0	2,00	0,0	0,0	0,0	решетка (2)
6	5664	5,05	1030x51 0	682	3,5	1,34	0,13	0,9	0,1	0,31	0,0	0,9	1,0	канал в кирпич. Кладке, отвод 90 (0,31)
7	5664	1,5	600x500	545	5		0,45	2,5	15,0	0,41	6,2	8,7	9,6	отвод 90' – 0,31,переход - 0,1
													10,6	
Невязка: $(29,9-10,6)/29,9 \cdot 100=64\%$ Вычислим коэффициент местного сопротивления диафрагмы для погашения давления 19,3 Па. $19,3/15=1,29$. По [4,таблице 22.48].Диаметр отверстия диафрагмы составляет dэ 442 мм – это равно площади ж.с. воздуховода 500x400.														

Продолжение Приложения В

Бланк-заказ П1

Объект:	Храм пр. Серафима	Номер системы:	П1
От заказчика:		Расход:	11328 м3/час
Телефон/факс:		Напор:	100 Па
Исполнитель:	Николаев В.Е.	Сторона обл.:	Слева
Типоразмер:	ТРЕНД-12-П-О-О-Тв-О-О-В	Исполнение:	Общепромышленное
Кол-во блоков:	2	Расчетный вес установки:	347 кг
Подставочный профиль: 100 мм		Панель 45 мм	



ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 380В 3ф

Спецификация оборудования (приточная часть)

Клапан воздушный

Сечение: 1150x910

Падение давления: 6,13 Па

Привод откр./закр. с возвратной пружиной 230В; 10 н·м SPUTNIK AS230-10-S -1 шт.

Фильтр ячейковый ФЯ-12

Класс очистки: G4

Скорость в сечении: 2,46 м/с

Падение давления (запылённость 50%): 137,00 Па

Конфигурация разбиения: 490x592(h)x96 - 2шт.
592x592(h)x96 - 2шт.

Нагреватель жидкостный Cu-Al ВНВ-12 КАН 7/2

Производительность: 11328 м³/ч
Температура наружного воздуха: -27,0 С
Температура воздуха на выходе: 9,0 С
Температура теплоносителя: начальная: 130,0 С
Температура теплоносителя конечная: 70,0 С
Влажность наружного воздуха: 85 %
Влажность воздуха на выходе: 4 %
Скорость воздуха в сечении: 3,68 м/с

Вентиляторная секция

Вентилятор: ER50С
Производительность: 11328 м³/ч
Давление сети: 100 Па
Полное давление: 305 Па
Обороты колеса: 1748 Об/мин
Механическая мощность: 1,49 кВт
Номинальное напряжение: 380В/49Гц

Падение давления по воздуху: 42 Па
Расход теплоносителя: 1957,8 кг/ч
Мощность воздухонагревателя: 136,62 кВт
Теплоноситель: вода
Падение давления теплоносителя: 1,42 кПа
Присоединительные размеры патрубков: ДУ40
Капиллярный термостат 1 шт.

Номинальная мощность: 4,00 кВт
Двигатель: 3х1500
Номинальные обороты: 1500 Об/мин
КПД: 62 %
Сервисная панель

Электрические подключения:

Электродвигатель 4,00 кВт 3ф

Частотный преобразователь- 4,00 кВт 3ф

Насос смесительного узла 0,204 кВт 1ф

Привод 3-х ходового клапана

Термостат теплообменника по воздуху

Привод SPUTNIK AS230-10-S

Датчик 3 шт.

Подключение к системе пожарной сигнализации

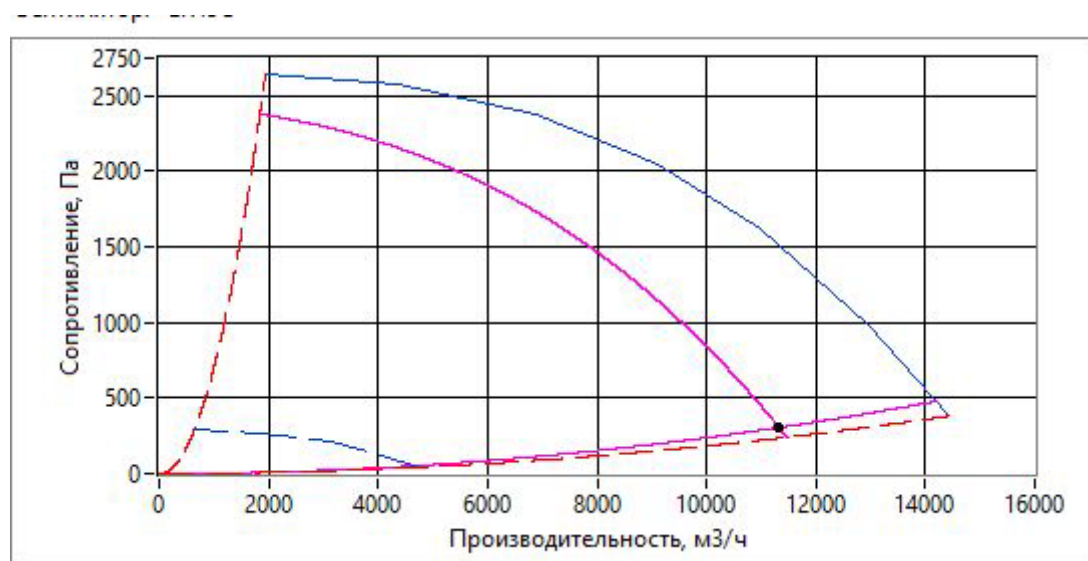
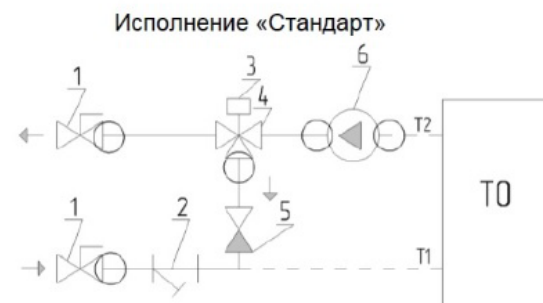


Рисунок В.3 – Характеристика сети вентилятора



○ -обозначение мест разъёмных соединений.

Обозначение позиций:

- 1) Кран шаровый.
- 2) Фильтр сетчатый
- 3) Привод регулирующего клапана (пл. рег/пл.рег с возвр пруж)
- 4) Трехходовый
- 5) Клапан обратный.
- 6) Насос циркуляционный

Рисунок В.4 – Схема смесительного узла воздухонагревателя

Продолжение Приложения В

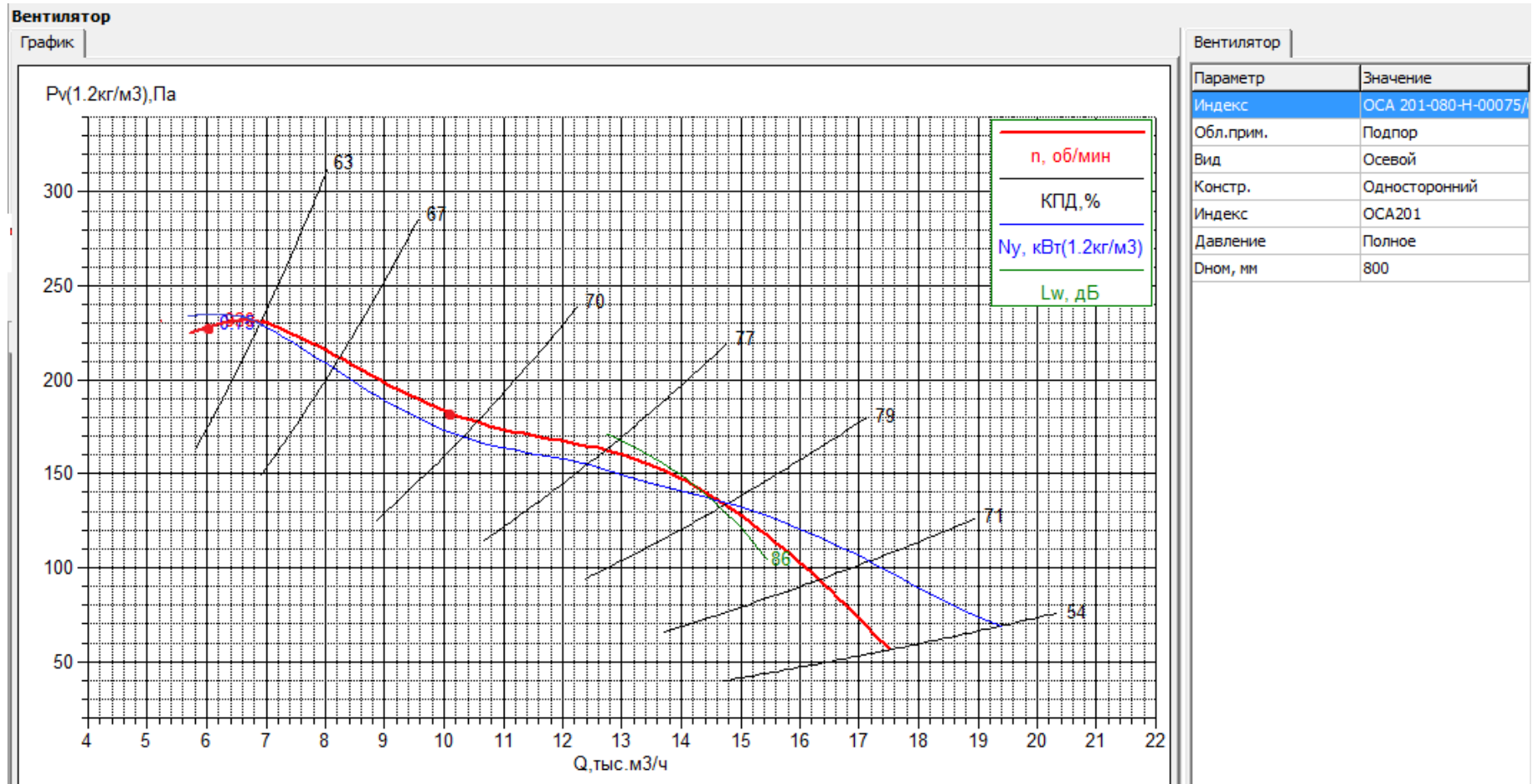


Рисунок В.5 – Характеристика осевого вентилятора ОСА 201-080-Н-00075

Приложение Г

Расчёт системы водоснабжения

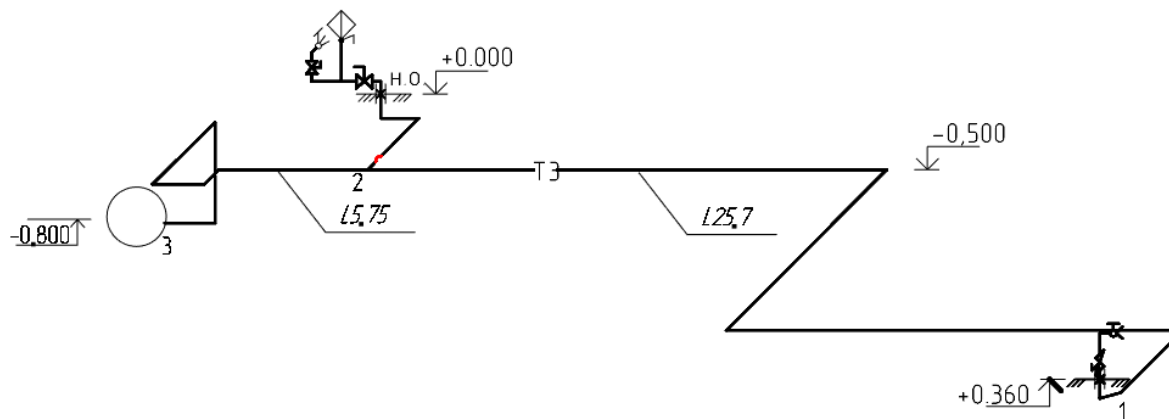


Рисунок Г.1 – Расчётная схема Т3

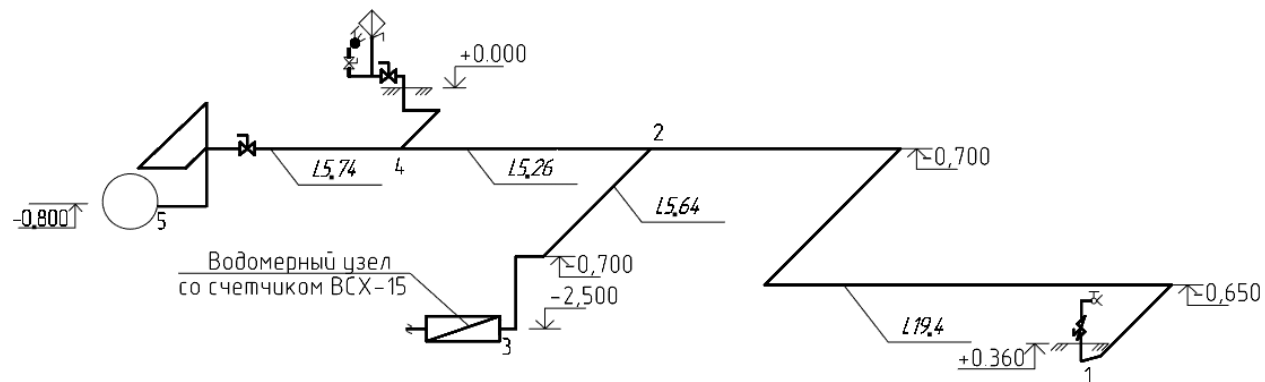


Рисунок Г.2 – расчётная схема В1

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.1 – гидравлический расчёт системы ТЗ

Номера участков	Длина участка, м	P	кол-во приборов на участке	NP	a	$q=5\alpha\alpha q_0$, л/с	Материал трубы	Наружный диаметр трубы, м	Расход воды, л/с	Скорость воды на участке, м/с	Удельные потери напора на участке i	Потери напора по длине, м	Потери напора на местные сопротивления, м	Суммарные потери напора на участке, м
1-2	25,70	0,013	1	0,013	0,200	0,100	ПП	0,016	0,10	0,88	0,125	3,20	0,64	3,85
2-3	5,75	0,013	3	0,040	0,256	0,128	ПП	0,016	0,10	1,15	0,199	1,14	0,23	1,37
														5,22

Таблица Г.2 – гидравлический расчёт системы В1

Номера участков	Длина участка, м	P	кол-во приборов на участке	NP	a	$q=5\alpha\alpha q_0$, л/с	Материал трубы	Наружный диаметр трубы, м	Скорость воды на участке, м/с	Удельные потери напора на участке i	Потери напора по длине, м	Потери напора на местные сопротивления, м	Суммарные потери напора на участке, м
1-2	19,4	0,017	1	0,017	0,207	0,104	ПП	0,016	0,92	0,135	2,62	0,52	3,14
2-3	5,64	0,021	3	0,064	0,295	0,207	ПП	0,02	1,85	0,460	2,59	0,52	3,11
2-4	5,26	0,021	5	0,107	0,352	0,176	ПП	0,016	1,55	0,337	1,77	0,35	2,13
4-5	5,74	0,021	3	0,040	0,256	0,128	ПП	0,016	1,15	0,199	1,14	0,23	1,37
													9,75

Приложение Д
Монтажная схема системы П1

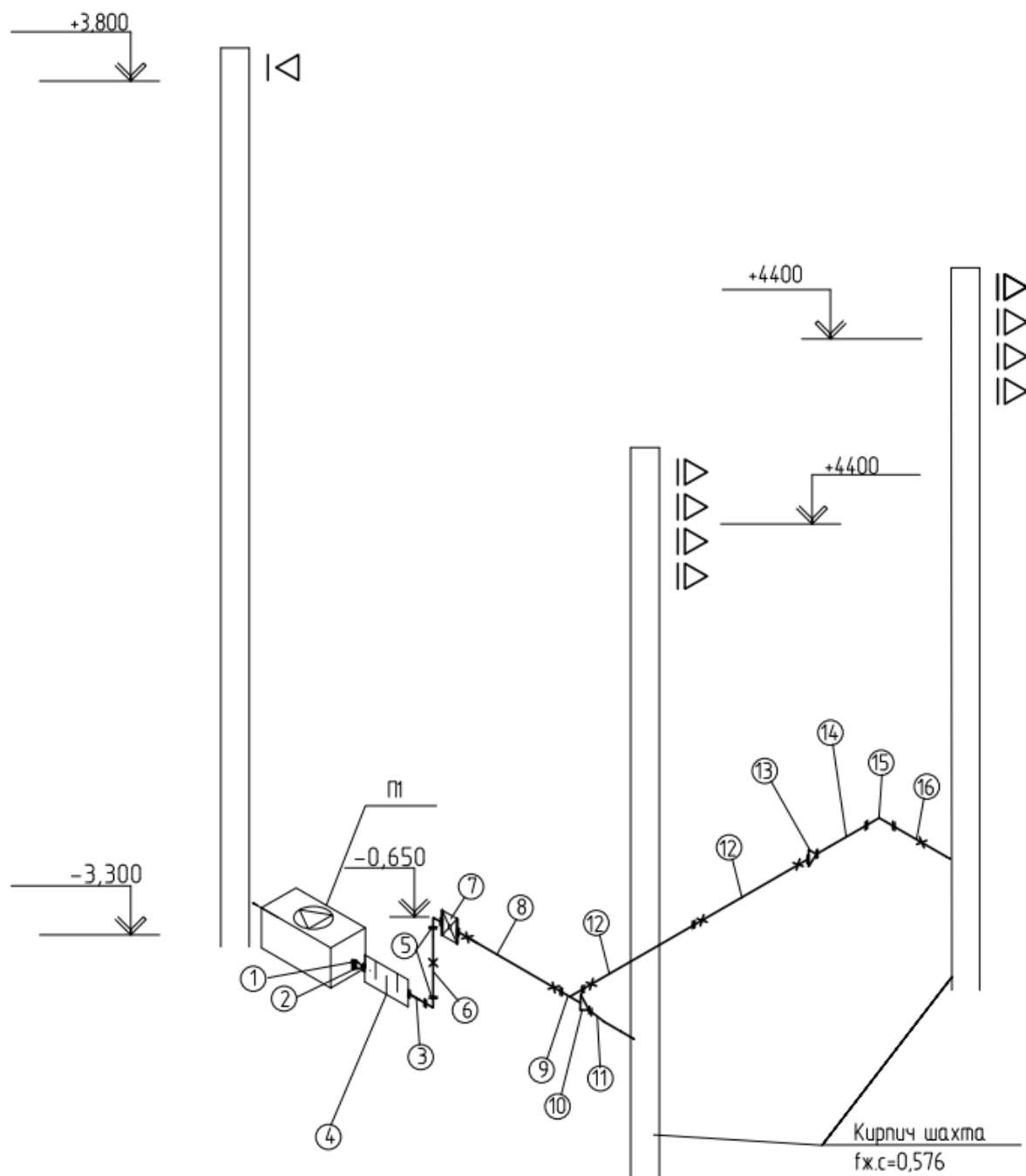


Рисунок Д.1 – монтажная схема системы вентиляции