

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) «Строительство»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогасоснабжение и вентиляция»

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему г.о. Тольятти. Храм в честь св. преп. Серафима Саровского.
Отопление и вентиляция.

Студент(ка)

К.С. Клепикова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.В. Одокиенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

И.А. Живоглядова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н. доцент М.Н.Кучеренко

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2016

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой ТГВВиВ

М.Н.Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студент Клепикова Ксения Сергеевна

1. Тема г.о. Тольятти. Храм в честь святого преподобного Серафима Саровского.

Отопление и вентиляция.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы

20.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Строительные чертежи

храма в честь преподобного Серафима Саровского.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке

вопросов, разделов) Тепловая защита здания. Отопление. Вентиляция. Контроль и

автоматизация. Организации монтажных работ. Безопасность жизнедеятельности.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Лист общих

данных. Планы здания. Аксонометрические схемы системы отопления, вентиляции

6. Консультанты по разделам Одокиенко Е.В., Кучеренко М.Н., Сизенко О.А.,

Щипанов А.В.

7. Дата выдачи задания «18» апреля 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной
работы

(подпись)

Е.В. Одокиенко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

К.С. Клепикова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе были спроектированы системы отопления и вентиляции в Храме в честь св. преп. Серафима Саровского. Были определены расчётные теплотери и теплопоступления. Произведён гидравлический расчет системы отопления, расчёт и подбор отопительных приборов, подобран смесительный насос. Определены воздухообмены главных помещений, рассчитаны и подобраны воздухораспределительные устройства. Произведён аспирационный расчёт для центральной части храма и аэродинамический расчёт системы вентиляции. Было подобрано оборудования для венткамеры, подобрана воздушно-тепловая завеса. Произведён анализ системы автоматизации и контроля теплового пункта, рассмотрен вопрос безопасности жизнедеятельности и определена трудоёмкость работ при монтаже системы отопления.

Пояснительная записка состоит из 63 страниц и 13 приложений. Графическая часть состоит из планов систем отопления, вентиляции, их аксонометрии.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	7
1.1 Параметры наружного воздуха и внутреннего микроклимата.....	7
1.2 Источники теплоснабжения.....	8
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта.....	8
2. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ.....	11
2.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций..	11
2.2 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата.....	14
2.3 Расчет основных теплопотерь.....	18
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ.....	21
3.1 Описание систем отопления.....	21
3.2 Подбор отопительных приборов.....	22
3.3 Гидравлический расчет системы отопления.....	25
3.4 Расчет и подбор оборудования.....	27
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	28
4.1 Описание систем вентиляции.....	28
4.2 Расчет теплопоступлений.....	29
4.3 Расчет воздухообмена.....	31
4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств.....	35
4.5 Аэродинамический расчет.....	39
4.6 Расчёт и подбор оборудования.....	44
5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	47
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	51
7. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Системы отопления и вентиляции воздуха должны обеспечивать долговременную сохранность как конструкций и росписи самого храма, комфортный режим для прихожан и, максимально сокращать поступление с приточным воздухом вредных веществ и не создавать высокой подвижности воздуха и колебаний тепловлажностного режима у поверхностей росписи храма и станковой живописи.

Особенности проектирования систем отопления и вентиляции храмов зависят от следующих факторов:

- архитектурных решений здания;
- режима эксплуатации храма;
- сохранность интерьера здания;

Архитектурной особенностью зданий храмов является большое отношение объема к площади, то есть имеет место высокое внутреннее пространство.

Вместе с тем и объем рабочей зоны, где требуется поддержание заданных параметров микроклимата, составляет незначительную часть от общего объема всего храма. Режим регулирования системы отопления зависит от расписания богослужений и особенностей эксплуатации храма, что требует от системы очень малой тепловой инерции. Сложность проектирования и монтажа вентиляции в храме заключается в отсутствие монтажных проемов для прокладки воздуховодов и распределительных решеток по причине наличия архитектурной отделки стен и потолков храма.

Элементы системы отопления и вентиляции должны быть как можно более незаметными и не привлекающими внимания.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного воздуха и внутреннего микроклимата

Параметры наружного воздуха определяются по СП [1] для заданного города – г.о. Тольятти.

Влажностный режим района строительства – нормальный.

Зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для расчета системы отопления, $t_n = -30\text{ }^\circ\text{C}$.

Количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха $<8\text{ }^\circ\text{C}$, $Z_{от} = 203$ сут.

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь $v_n = 5,4$ м/с

Средняя месячная температура наружного воздуха за январь $<8\text{ }^\circ\text{C}$,

$t_l = -5,2\text{ }^\circ\text{C}$.

Зона влажности района строительства – нормальная согласно СП [1, прил.В].

Зимняя температура наружного воздуха для расчета системы вентиляции, $t_n = -30\text{ }^\circ\text{C}$.

Летняя температура наружного воздуха для расчета систем вентиляции,

$t_n = 24,6\text{ }^\circ\text{C}$.

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, $v_n = 3,2$ м/с

Барометрическое давление, $P = 995$ Па.

Удельная энтальпия наружного воздуха в зимний период, $I = -29,8$ кДж/кг.

Удельная энтальпия наружного воздуха в летний период, $I = 52,8$ кДж/кг.

Параметры внутреннего воздуха приняты допустимые, в соответствии с [2].

Температура воздуха в зимний период в центральной части храма, $t_b = 14\text{ }^\circ\text{C}$.

Относительная влажность в центральной части храма, $\varphi = 50\%$.

Подвижность воздуха в центральной части храма, $\vartheta = 0,2$ м/с.

Температура воздуха в зимний период в алтаре, $t_b = 16\text{ }^\circ\text{C}$.

Относительная влажность в алтаре, $\varphi = 50\%$.

Подвижность воздуха в алтаре, $\vartheta = 0,1$ м/с.

Влажностный режим помещений – нормальный. СП [3];

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б, согласно СП [3].

1.2 Источники теплоснабжения

Теплоснабжение проектируемых систем отопления и теплоснабжения приточных установок осуществляется от индивидуального теплового пункта, расположенного на отметке -2,100 , обеспечивающего автоматическое регулирование параметров теплоносителя и учет расхода теплоты .

Теплоносителем систем отопления является вода с параметрами $T_{11}=90^{\circ}\text{C}$, $T_{21}=70^{\circ}\text{C}$, для систем теплоснабжения параметры теплоносителя 150-70 $^{\circ}\text{C}$.

1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Проектируемый храм расположен по адресу: Самарская область, город Тольятти, район Автозаводской, улица Степана Разина 47. Здание – отдельно стоящее. Главный фасад здания ориентирован на Запад. Размеры здания в плане 29,95x19,25 м. Площадь застройки составляет 420 м², объем храма составляет 6185 м³. Здание храма состоит из алтаря, центральной части храма, трапезной, колокольни , помещения в мансарде и отапливаемого подвала. Отметка чистого пола первого этажа 0,000, алтаря +0,360 , помещения в мансарде + 3,800, отметка пола подвала -3,300. На фасадах храма предусмотрен двухкамерный деревянный стеклопакет, для естественного освещения. Для заполнения светопрозрачной части окон используется стекло с толщиной 8мм. Количество окон по всему зданию – 26. Аварийными выходами являются выходы в западной части здания.

Наружные стены выполнены из сухой штукатурки, которая наносится поверх керамического кирпича, без вставок с утеплителем, так как здание храма имеет первый класс долговечности. Толщина наружных стен 0,640 м.

Покрытие кровли в центральной части храма состоит из металлического листа коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т [4], по сплошной деревянной обрешетке из доски. Несущие элементы кровли

выполнены из дерева хвойной породы [5]. Произведена огне-биозащита пропиткой "Пирилакс" всех деревянных элементов до их монтажа. Толщина покрытия в центральной части храма 0,0395 м.

Таблица 1 – Состав покрытия кровли в центральной части храма

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Металлический стальной лист	0,0005	7900	13,9
2	Деревянная сплошная обрешетка	0,039	500	0,18

Покрытие кровли в алтаре состоит из металлического листа коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т ГОСТ [7], по сплошной деревянной обрешетке из доски. Утеплитель покрытия - "Технориф В50" - негорючие гидро-фобизированные, тепло-звукоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы по слою пароизоляции. Несущие элементы кровли выполнены из дерева хвойной породы [5]. Произведена огне-биозащита пропиткой "Пирилакс" всех деревянных элементов до их монтажа. Толщина покрытия в алтаре 0,252 м.

Таблица 2 – Состав покрытия кровли

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Металлический стальной лист	0,0005	7900	13,9
2	Деревянная сплошная обрешетка	0,039	500	0,18
3	Утеплитель - Технориф	0,200	170	0,041
4	Лист ГКЛО	0,0125	787	0,15

Покрытие кровли в мансарде состоит из металлического листа коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т [4], влагостойкой фанеры, сплошной деревянной обрешетки из доски. Утеплитель покрытия - "Технориф В50" , покрывается сплошной деревянной обрешетки из доски и обшивается листами ГКЛО. Толщина покрытия в мансарде 0,3 м.

Таблица 3 – Состав покрытия кровли в мансарде

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Металлический лист	0,0008	7900	13,9
2	Фанера влагостойкая	0,012	550	0,18
3	Деревянная сплошная обрешетка	0,039	500	0,18
4	Утеплитель - Технорурф	0,200	170	0,041
5	Деревянная сплошная обрешетка	0,039	500	0,18
6	Лист ГКЛО	0,0125	787	0,15

Перекрытие в колокольне состоит из монолитной железобетонной плиты из бетона класса В25, F50, утеплителя – Технорурф и бетонной стяжки залитой на армированную сетку. Толщина покрытия в колокольне 0,3 м.

Таблица 4 – Состав перекрытия в колокольне

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент
				Теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Стяжка бетонная	0,05	2400	1,86
2	Утеплитель - Технорурф	0,05	170	0,041
3	Железобетонная монолитная плита	0,20	2500	2,04

2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ

Конструктив любого задания должен отвечать следующим требованиям:

1. Приведенные сопротивления теплопередаче должны быть равными или больше требуемого значения сопротивления теплопередаче (поэлементные требования);

2. Значение удельной теплозащитной характеристики здания должно быть не более нормируемого значения (комплексное требование);

3. На внутренних поверхностях ограждающих конструкций температура должна быть не ниже допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

При одновременном соблюдении всех пунктов, требования тепловой защиты здания выполняются.

2.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

Данный расчет произведен по методике [2].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше нормируемого значения, то есть

$$R_0 \geq R_0^{mp}, \quad (1.1)$$

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

R_0^{TP} – нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется по формуле, согласно [2].

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}, \quad (1.2)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, согласно СП [6].

Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_B и температурой внутренней поверхности τ_B ограждающей конструкции, °С, принимаемый СП [6].

α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С).

Приведенное сопротивление теплопередачи определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm, \quad (1.3)$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С).

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С).

где δ_i – толщина слоя, м

λ_i – коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)

Наружные стены:

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно [2].

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (14 + 30)}{6 \cdot 8,7} = 0,84 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm,$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,64}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,948 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm,$$

Покрытие в центральной части храма:

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (14 + 30)}{4 \cdot 8,7} = 1,26 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm,$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{13,9} + \frac{0,039}{0,18} + \frac{1}{23} = 0,375 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm,$$

Покрытие в алтаре:

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (16 + 30)}{4 \cdot 8,7} = 1,32 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{13,9} + \frac{0,039}{0,18} + \frac{0,2}{0,041} + \frac{0,0125}{0,15} + \frac{1}{23} = 5,33 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

Покрытие в мансарде:

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (18 + 30)}{4 \cdot 8,7} = 1,38 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0008}{13,9} + \frac{0,012}{0,18} + \frac{0,039}{0,18} + \frac{0,2}{0,041} + \frac{0,039}{0,18} + \frac{0,0125}{0,15} + \frac{1}{23} = 5,61 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

Перекрытие над колокольней:

$$R_0^{mp} = \frac{1 \cdot (18 + 30)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,37 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{1,86} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{1}{23} = 1,5 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

Световые проемы:

Двухкамерный стеклопакет: обычный (с расстоянием между стеклами 8 мм)

$$R_0 = 0,51 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

Наружная дверь:

$$R_0 = 0,6 \cdot R_0^{nep.},$$

$$R_0^{нар.дв.} = 0,6 \cdot \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\alpha_B \cdot \Delta t_H} = 0,6 \cdot \frac{1 \cdot (18 + 30)}{4 \cdot 8,7} = 0,82 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт},$$

Все расчеты сведены в таблицу (7).

Таблица 5 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут.сл.}$, мм	Толщина ограждающей конструкции, δ , мм	Приведенное сопротивление теплопередаче, R_0^{ϕ} , (м ² ·°C)/Вт	Коэффициент теплопередачи, к, Вт/(м ² ·°C)
Наружная стена	-	0,64	0,948	1,05
Покрытие в центральной части храма	-	0,0395	0,375	2,66
Покрытие в алтаре	0,2	0,252	5,33	0,18
Покрытие в мансарде	0,2	0,305	5,61	0,17
Перекрытые в колокольни	0,05	0,22	1,5	0,66
Окна	Двухкамерный стеклопакет: обычный (с расстоянием между стекол 8мм)		0,51	1,96
Наружные двери			0,82	1,21

2.2 Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата

Проверка внутренних поверхностей на вероятность выпадения конденсата проводится для семи ограждающих конструкций, при самом неблагоприятном температурном режиме.

Перепад температур в помещении и на поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормативную величину, для стен $\Delta t_{норм} = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, для покрытий $\Delta t_{норм} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, для окон $t_{норм} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, согласно [2].

$$\Delta t_{\epsilon} \leq \Delta \tau_{норм}, \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad (1.4)$$

$$\Delta t_{\epsilon} = \frac{(t_{\epsilon} - t_{н})}{R_0^{факт}} \cdot \frac{1}{\alpha_{\epsilon}}, \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad (1.5)$$

Температура на поверхности остекления должна превышать нормативную величину равной: $t_{норм} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура на поверхности остекления находится по формуле:

$$\tau_{\text{остекл}} = t_{\epsilon} - \frac{(t_{\epsilon} - t_H)}{R_0^{\text{факт}}} \cdot \frac{1}{\alpha_{\epsilon}}, \text{ } ^{\circ}\text{C}, \quad (1.6)$$

Температуры на поверхностях наружного угла и внутренней стены должна превышать температуры точки росы на 4°C :

$$\tau_B^{\text{нар.угол}} > t_{\text{м.р.}} + 4^{\circ}\text{C} \quad (1.7)$$

где $\tau_B^{\text{нар.угол}}$ определяется по формуле:

$$\tau_B^{\text{нар.угол}} = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot 0,75}{(R_0^{\text{факт}} \cdot \alpha_B)^{\frac{2}{3}}}, \text{ } ^{\circ}\text{C}, \quad (1.8)$$

Температура точки росы – это температура, при которой начинается процесс конденсации влаги и находится по формуле:

$$t_{\text{м.р.}} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_B)^2, \text{ } ^{\circ}\text{C}, \quad (1.9)$$

$$e_B = \frac{\phi_B \cdot E}{100\%}, \text{ Па}, \quad (1.10)$$

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273 + t_B}\right), \text{ Па}, \quad (1.11)$$

Внутренняя поверхность наружной стены в центральной части храма

$$\Delta t_B^{\text{H.C.}} = \frac{(14 - (-30))}{0,948} \cdot \frac{1}{8,7} = 5,3^{\circ}\text{C} < 6^{\circ}\text{C}$$

Внутренняя поверхность покрытия в центральной части храма

$$\Delta t_B^{\text{II}} = \frac{(14 - (-30))}{0,375} \cdot \frac{1}{8,7} = 13,48^{\circ}\text{C}$$

Пересчитаем R_0 для покрытия в центральной части храма, с учетом утеплителя "Техноруп В50", толщиной 0,03 м.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0005}{13,9} + \frac{0,04}{0,041} + \frac{0,039}{0,18} + \frac{1}{23} = 1,35 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

$$\Delta t_B^{\text{II}} = \frac{(14 - (-30))}{1,35} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,7^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_B^{\text{II}} = 3,7^{\circ}\text{C} < 4^{\circ}\text{C}$$

Внутренняя поверхность покрытия в колокольне

$$\Delta t_B^{\text{II}} = \frac{(18 - (-30))}{1,5} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,6^\circ\text{C} < 4^\circ\text{C}$$

Внутренняя поверхность остекления в центральной части храма

$$\tau^{\text{остекл}} = 14 - \frac{(14 - (-30))}{0,51} \cdot \frac{1}{8} = 3^\circ\text{C}$$

Возможно выпадение конденсата на поверхность оконных стекол, следует предусмотреть мероприятия по его сбору и отведению. Рекомендуется использовать окна с вентиляционными клапанами.

Внутренняя поверхность остекления в алтаре

$$\tau^{\text{остекл}} = 16 - \frac{(16 - (-30))}{0,51} \cdot \frac{1}{8} = 4,7^\circ\text{C} > 3^\circ\text{C}$$

Внутренняя поверхность остекления в мансарде

$$\tau^{\text{остекл}} = 18 - \frac{(18 - (-30))}{0,51} \cdot \frac{1}{8} = 6,2^\circ\text{C} > 3^\circ\text{C}$$

Внутренняя поверхность наружного угла в центральной части храма

$$\tau_B^{\text{нар. угол}} = 14 - \frac{(14 - (-30)) \cdot 0,75}{(0,948 \cdot 8,7)^{\frac{2}{3}}} = 6^\circ\text{C}$$

Чтобы проверить вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружного угла нужно сперва определить температуру точки росы по формуле (1.9):

$$t_{m.p.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_B)^2$$

где $e_B = \frac{\phi_B \cdot E}{100\%}$,

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273 + 14}\right) = 1442,5 \text{ Па}$$

$$\text{следовательно, } e_B = \frac{50 \cdot 1442,5}{100} = 721 \text{ Па}$$

Найденное значение подставляем в формулу (1.9):

$$t_{m.p.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 721)^2 = 1,9^\circ\text{C}$$

Сравним температуру на поверхности наружного угла и температуру точки росы, взяв запас на 4°C , по формуле (1.7):

$$\tau_B^{\text{нар. угол}} = 6^{\circ}\text{C} > 5,9^{\circ}\text{C}$$

Вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружного угла исключена.

Внутренняя поверхность наружного угла в алтаре

$$\tau_B^{\text{нар. угол}} = 16 - \frac{(16 - (-30)) \cdot 0,75}{(0,948 \cdot 8,7)^{\frac{2}{3}}} = 7,5^{\circ}\text{C}$$

Чтобы проверить вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружного угла нужно сперва определить температуру точки росы по формуле (1.9):

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

где $e_B = \frac{\phi_B \cdot E}{100\%}$,

где $E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273 + 16}\right) = 1505 \text{Па}$

следовательно, $e_B = \frac{50 \cdot 1505}{100} = 752 \text{Па}$

Найденное значение подставляем в формулу (1.9):

$$t_{\text{м.р.}} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 752)^2 = 2,5^{\circ}\text{C}$$

Сравним температуру на поверхности наружного угла и температуру точки росы, взяв запас на 4°C , по формуле (1.7):

$$\tau_B^{\text{нар. угол}} = 7,5^{\circ}\text{C} > 6,5^{\circ}\text{C}$$

Вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружного угла исключена.

2.3 Расчет основных теплопотерь

Данный расчет произведен по методике [8].

Основные потери теплоты через наружные ограждения равны:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_B - t_H) \cdot (1 + \sum \beta) + Q_{инф}, \quad (1.11)$$

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

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

Теплопотери подсчитываются через наружные стены (НС), окна (ОК), полы (ПЛ), перекрытие бесчердачное (ПТ).

Расчет производится для каждой комнаты в отдельности.

Добавочные потери теплоты:

а) на ориентацию для стен, дверей и окон, обращенных:

Север, восток, северо-восток и северо-запад	10%
Запад и юго-восток	5%
Юг и юго-запад	0%

б) для угловых помещений добавка принимается в размере 5%, если одно из ограждений ориентировано на север, восток, северо-восток и северо-запад и 10% - в остальных случаях;

Теплопотери, вызванные инфильтрацией воздуха рассчитываются по формуле:

$$Q_{ин} = 0,28 \cdot c \cdot F \cdot \sum G_{ин} \cdot (t_B - t_H) \cdot \bar{k} \quad (1.12)$$

Где c - теплоемкость воздуха, $c=1,005$ кДж/(кг·°С);

F - площадь окон дверей, м²;

Расчёты теплопотерь сведены в таблицу в приложении А.

Расчет теплопотерь через полы, лежащие на грунте, и стены, лежащие ниже уровня земли

Разрез подвала вынесен в приложение Б.

Для расчета теплопотерь, конструкции, расположенных ниже уровня земли, делим на зоны. Разбивка на зоны отапливаемого подвала в приложение В.

Теплопотери через полы, лежащие на грунте, и стены, лежащие ниже уровня земли, определяются по формуле:

$$Q^{общие} = Q^{стены} + Q^{полы}, \quad (1.13)$$

Где $Q^{общие}$ – общие теплопотери, Вт

$Q^{стены}$ – потери тепла через стены, Вт

$Q^{полы}$ – потери тепла через полы, Вт

Величина теплопотерь пола подвала определяется по формуле (1.11).

Таблица 6– Состав стен подвала

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент
				Теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Утеплитель – Техноплекс 35-250	0,040	170	0,041
2	Гидроизоляция – Унифлекс ЭПП	0,0005	1400	0,27
3	Блоки ФБС	0,600	2500	2,04

Таблица 7 – Состав пола подвала

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент
				Теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Железобетонная плита монолитная	0,400	2500	2,04

Общая площадь стен:

$$F_{стен} = 93,73 \cdot 2,83 = 265,25 м^2$$

Площадь стен в I зоне

$$F_{стен} = 93,73 \cdot 2 = 187,46 м^2$$

Площадь стен во II зоне

$$F_{стен} = 93,73 \cdot 0,83 = 77,8 м^2$$

Подставим соответствующие значения в формулу (1.14) и определим теплопотери стен подвала, расположенных ниже уровня земли:

$$Q_{(I)стен} = \frac{1}{2,1 + \frac{0,0005}{0,27} + \frac{0,04}{0,041}} \cdot 187,46 \cdot [16 - (30)] = 2802 \text{Вт}$$

$$Q_{(II)стен} = \frac{1}{4,3 + \frac{0,0005}{0,27} + \frac{0,04}{0,041}} \cdot 77,8 \cdot [16 - (30)] = 678 \text{Вт}$$

Полы подвала, лежащие на грунте находятся во II, III и VI зонах.

Подставим соответствующие значения в формулу (1.14) и определим теплопотери полов подвала, лежащих на грунте:

$$Q_{II} = \frac{1}{4,3} \cdot 147,82 \cdot [16 - (-30)] = 1581 \text{Вт}$$

$$Q_{III} = \frac{1}{8,6} \cdot 140 \cdot [16 - (-30)] = 749 \text{Вт}$$

$$Q_{IV} = \frac{1}{14,2} \cdot 79 \cdot [16 - (-30)] = 256 \text{Вт}$$

Подставим соответствующие значения в формулу (1.13) и определим общие потери:

$$Q^{общие} = (2802 + 678) + (1581 + 749 + 256) = 6066 \text{Вт}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

3.1 Описание систем отопления

Теплоснабжение проектируемых систем отопления осуществляется от индивидуального теплового пункта, расположенного на отметке -3.300, обеспечивающего автоматическое регулирование параметров теплоносителя и учет расхода теплоты.

Теплоносителем систем отопления является вода с параметрами $T_{11}=90^{\circ}\text{C}$, $T_{21}=70^{\circ}\text{C}$, для систем теплоснабжения параметры теплоносителя 150-70 $^{\circ}\text{C}$.

Система отопления двухтрубная, с нижней разводкой теплоносителя. Отопление помещений храма осуществляется местными нагревательными приборами, в качестве которых используются биметаллические радиаторы. Радиаторы устанавливаются у наружных стен на уровне пола в нишах. Трубопроводы к опорным конструкциям крепятся с помощью подвижных опор. Через перекрытия стояк проходит через гильзу.

Регулирование теплоотдачи осуществляется радиаторными терморегуляторами BROEN BALLOTHERM с предварительной настройкой. Для гидравлической увязки и наладки систем отопления устанавливаются балансировочные клапаны BALLOREX DP на обратной подводке в паре с Ballorex Venturi на прямом трубопроводе. В качестве запорной использованы клапаны "Danfoss" MSV-S. В верхних точках систем предусмотрена арматура для удаления воздуха, в нижних точках для спуска воды.

Магистральные трубопроводы и стояки систем отопления выполнены из полипропиленовых труб Stabi ПН20 с алюминиевой вставкой. Магистральные трубопроводы систем отопления покрываются изоляцией K FLEX ST $\delta=13\text{мм}$. Компенсация тепловых удлинений - за счет поворота трасс и компенсирующих петель.

Разводка трубопроводов к отопительным приборам осуществляется по подвалу и в полу 1 и 2 этажей.

Трубопроводы систем отопления проложить с уклоном не менее 0,002 мм.

Крепление трубопроводов и нагревательных приборов производить по с. 4.904-69.

3.2 Подбор отопительных приборов двухтрубной системы отопления

Расчет произведен по методике [8].

В качестве отопительных приборов приняты алюминиевые секционные радиаторы Global Vip-R 500 по каталогу [10]. Теплоотдача отопительных приборов регулируется с помощью автоматических терморегуляторов. Нагревательные приборы устанавливать на расстоянии не менее 100 мм от пола и 60 мм от стены и установлены в нишах.

Комплексный коэффициент приведения к номинальным условиям определяется по формуле:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot c \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^m \cdot b \cdot \beta_3 p, \quad (3.1)$$

Разность температур в приборе определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{(t_{ex} + t_{вых})}{2} - t_B, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3.2)$$

для двухтрубной водяной системы отопления с полипропиленовыми трубами следует принять $t_{вх} = 90^\circ\text{C}$ и $t_{вых} = 70^\circ\text{C}$.

Расход воды через отопительный прибор G_{np} , кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_{расч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_{ex} - t_{вых})}, \text{ кг/ч}, \quad (3.3)$$

где $Q_{расч}$ – теплотери помещения, Вт;

β_1 – коэффициент, зависящий от шага номенклатурного ряда прибора;

β_2 – коэффициент, зависящий от вида прибора и способа установки.

Количество секций отопительного прибора определяется по формуле

$$N = \frac{Q_n}{q_{\text{нy}} \cdot \beta_3}, \quad (3.4)$$

где $q_{\text{нy}}$ – номинальный тепловой поток одной секции, Вт, приводится в рекомендации по расчёту отопительного прибора;

β_3 – коэффициент, характеризующий зависимость теплопередачи радиатора от количества секций.

Результаты расчета в таблице 8.

Таблица 8– Тепловой расчет отопительных

Наименование помещения	Qпом, Вт	Gпр, кг/ч	tвх	tвых	Δtср	qпр, Вт	Qтр, Вт	Qпр, Вт	Fпр	β3	β4	N
Центральная часть храма	52038	2451	90	70	66	428	-	52038	114	0,98	1	262
Алтарь	7173	334	90	70	64	412	-	7173	15,7	0,995	1	36
Подвал	6066	256	90	70	68	443	557	5015	10,9	1	1	25
Трапезная	10290	496	90	70	62	398	-	10290	22,6	0,995	1	52
Мансарда	4039	186	90	70	62	398	404	3635	8,7	1	1	20

3.3 Гидравлический расчет системы отопления

Расчет произведен по методике [9].

Целью гидравлического расчета является определение требуемых диаметров трубопроводов, а также потерь давления воды в трубопроводах.

Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления ведется методом по удельным потерям по длине.

$$\sum(R \cdot l + Z) < (0,9 \div 0,95) \cdot \Delta P_p, \text{ Па}, \quad (3.5)$$

где R - фактическое значение удельных потерь давления по длине определенного участка, Па/м;

l - длина расчётного участка, м;

Z - потери давления на участке за счёт местных сопротивлений, Па;

Располагаемое давление в системе отопления, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_p = \Delta P_H + 0,4 \cdot \Delta P_e, \text{ Па}, \quad (3.6)$$

где ΔP_H – циркуляционное давление насоса, Па, определяемое по формуле:

$$\Delta P_H = 100 \cdot \sum l_{\text{ГЦК}}, \text{ Па}, \quad (3.7)$$

где $\sum l_{\text{ГЦК}}$ – общая длина последовательно соединенных участков, составляющих главное циркуляционное кольцо, м;

ΔP_e – естественное циркуляционное давление, которое возникает в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах и в трубах, Па, которое находится по формуле:

$$\Delta P_e = \beta_t \cdot g \cdot h \cdot (t_G - t_0), \text{ Па}, \quad (3.8)$$

где β_t – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°C.

h – вертикальное расстояние между условным центром охлаждения в отопительном приборе на нижнем этаже и центром в системе (ось насоса), м.

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

$$R_{cp} = \frac{0,9\Delta P_p \cdot 0,65}{\sum l_{гцк}}, \text{Па / м}, \quad (3.9)$$

где 0,65 – коэффициент, учитывающий, что 65% располагаемого давления расходуется на преодоление потерь по длине.

Расчётные схемы представлены в приложениях Г и Д .

Результаты расчётов сведены в таблицу в приложении Е и Ж.

3.4 Расчёт и подбор оборудования

Расход насоса определяется по формуле:

$$G_H = 1,1 \cdot u \cdot \frac{G_{co}}{u+1}, \frac{m}{ч}, \quad (3.10)$$

Где u - коэффициент смешения, охарактеризующий количество воды из обратки, подаваемой через насос на подачу, для создания необходимой температуры теплоносителя и определяется по формуле:

$$u = \frac{T_1 - t_r}{t_r - t_0} \quad (3.11)$$

Давление, которое развивает насос, определяется по формуле:

$$P_H = \Delta P_{c.o.} \cdot 1,15, Па, \quad (3.12)$$

Подбор насоса осуществляется по двум параметрам: $G = 2,944 \frac{m^3}{ч}$; $\Delta P = 10066$ Па. Подбор осуществлен по каталогу [11]. Выбран насос Grundfos ALPHA2 25-80 130, характеристика которого указана в приложении И.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Описание систем вентиляции

В помещениях храма принята приточно - вытяжная вентиляция с искусственным побуждением.

В качестве приточного оборудования принята установка фирмы «ЕВРОВЕНТ», скомплектованные из блоков: фильтр, вентилятор, воздухонагреватель, шумоглушитель, утепленный клапан, обратный клапан, решетка канальная. Оборудование принято напольного типа и размещено в венткамере. На выходе из венткамеры на приточных системах установлены (н.о.) противопожарные клапаны. Приточный воздух подается центральную часть храма. Вытяжка из центральной части храма осуществляется из верхней зоны посредством осевых вентиляторов, установленных в наружных стенах.

Прокладка воздуховодов по подвалу открытая, в храме в строительных шахтах.

Оборудование систем вентиляции имеет автоматическое и дистанционное управление.

Вентиляторы приточных и вытяжных систем и огнезадерживающие клапаны сблокированы с системой автоматической пожарной сигнализации. При срабатывании сигнализации или пожаротушения системы отключаются, клапаны закрываются.

Для предотвращения попадания холодного воздуха в помещения, в тамбуре установлена воздушно-тепловая завеса с электрическим нагревом.

Воздуховоды вентсистем и систем противодымной защиты приняты из оцинкованной стали, по [12]. Воздуховоды вентсистем с нормируемым пределом огнестойкости приняты класса П, в остальных случаях класса Н. В местах пересечения воздуховодами противопожарной преграды установлены огнезадерживающие клапаны.

Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия уплотняются негорючими материалами. Монтаж и испытание систем отопления и вентиляции производить согласно СНиП [13].

4.2 Расчет тепlopоступлений

Тепловыделения от источников искусственного освещения

Тепловыделение от источников искусственного освещения определяются как:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, Вт, \quad (4.1)$$

где E - освещенность, Лк, принимаемая по [14];

- F - площадь пола помещения, м²;

- $q_{осв}$ - удельные тепловыделения, Вт/м²Лк, определяемые по [14];

- $\eta_{осв}$ - доля тепла, поступающего в помещение; $\eta_{осв} = 1$.

$$Q_{осв} = 50 \cdot 161,5 \cdot 0,074 \cdot 1 = 598 Вт$$

$$Q_{осв} = 200 \cdot 47 \cdot 0,07 \cdot 1 = 696 Вт$$

Тепlopоступления от солнечной радиации

Тепlopоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода года по формуле:

$$Q_{cp} = (q_{вп} + q_{вр}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{сз}, Вт, \quad (4.2)$$

где $q_{вп}$ - поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное двойное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм [15];

- $q_{вр}$ - поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное двойное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм [15];

- F_0 - поверхность остекления, м;

$-k_1$ - коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы [15];

$-k_2$ - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла [15];

$-\beta_{сз}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1.

Расчеты сведены в приложении К и Л.

Теплопоступления от людей

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

$$Q_{л} = q \cdot n, Вт, \quad (4.3)$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком [16], зависящее от интенсивности выполняемой работы и параметров внутреннего воздуха, Вт/чел.

n – количество человек, одновременно находящихся в помещении при 100% заполняемости храма.

Так как в холодный период и в теплый период температура в помещении разная, то поступление тепла от людей тоже будет разное.

$$Q_{л}^{хл} = 80 \cdot 200 = 16000 Вт$$

$$Q_{л}^{тп} = 100 \cdot 200 = 20000 Вт$$

Теплопоступления от свечей

Поступление теплоты от горящих свечей в храме можно рассчитать зная низшую теплоту сгорания парафина $Q_n = 46810 \text{ кДж/кг}$ и расход свечей 1,5кг.

$$Q_{св} = Q_n \cdot n, Вт, \quad (4.4)$$

$$Q_{св} = 46810 \cdot 1,5 \cdot 0,28 = 19660 Вт$$

В помещении, в котором поддерживается постоянный тепловой режим, должен наблюдаться тепловой баланс:

Наличие систем отопления и вентиляции позволяет обеспечить тепловой баланс при требуемой температуре внутреннего воздуха.

$$Q_{\text{вент}}^{\text{III}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ср}} + Q_{\text{проч}}, \text{Вт}, \quad (4.5)$$

$$Q_{\text{проч}} = 0,05 \cdot (Q_{\text{ср}} + Q_{\text{л}}), \text{Вт}, \quad (4.6)$$

Таблица 9 – Тепловой баланс

Центральная часть храма								
период	V, м ³	Теплопосупления					Избытки	
		Q _л	Q _{свечи}	Q _{ср}	Q _{осв}	Q _{прочее}	Q	q
ТП	161,5	16000	19660	4071	-	1003,55	40735	252
ХП		20000	19660	-	598	1000	41258	255
Алтарь								
период	V, м ³	Теплопосупления			Избытки			
		Q _{ср}	Q _{осв}	Q _{прочее}	Q	q		
ТП	47	682	-	34,1	716	15		
ХП		-	696	34,8	731	16		

4.3 Расчет воздухообмена

Расчет воздухообмена основного помещения

Определение воздухообмена при одновременном выделении в помещении тепла и влаги, производится с помощью I-d – диаграммы.

Количество влаги, кг/ч, поступающее в помещение от людей и свечей определяется по формуле:

$$W = w \cdot n, \text{кг/ч}, \quad (4.7)$$

$$\text{ТП: } t_{\text{н}}^{\text{III}} = 24,6^{\circ}\text{C}, I_{\text{н}}^{\text{III}} = 52,8 \text{кДж/кг}, t_{\text{г}}^{\text{III}} = 27,6^{\circ}\text{C}$$

$$W = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{кг/ч}.$$

$$\text{ХП: } t_{\text{н}}^{\text{III}} = -30^{\circ}\text{C}, I_{\text{н}}^{\text{III}} = -29,8 \text{кДж/кг}, t_{\text{г}}^{\text{III}} = 16^{\circ}\text{C}$$

$$W = 0,04 \cdot 200 = 8 \text{кг/ч}.$$

где w – количество влаги, выделяемой одним человеком, кг/ч,

n - количество человек, одновременно находящихся в помещении.

Величина полного избыточного тепла $Q_{\text{п}}$ определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{в}}) \cdot W, \text{Вт}, \quad (4.8)$$

$$ТП: Q_n = 3,6 \cdot 41451 + (2500 + 1,8 \cdot 27,6) \cdot 10 = 174720 \text{кДж} / \text{кг}$$

$$ХП: Q_n = 3,6 \cdot 41989 + (2500 + 1,8 \cdot 16) \cdot 8 = 171390 \text{кДж} / \text{кг}$$

где Q_n – избытки явного тепла (по тепловому балансу), $Вт$;

t_b – температура внутреннего воздуха в помещении, $^{\circ}C$;

Направление процесса в помещении тепла и влаги характеризуется лучом процесса ε , $\text{кДж} / \text{кг}$, рассчитываемым по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_n}{W}, \text{кДж} / \text{кг},$$

$$ТП: \varepsilon = \frac{174720}{10} = 17472 \text{кДж} / \text{кг} \quad (4.14)$$

$$ХП: \varepsilon = \frac{171390}{8} = 21424 \text{кДж} / \text{кг}$$

где Q_n – избытки полного тепла в помещении, $\text{кДж} / \text{кг}$;

W – влагоизбытки в помещении, $\text{кг} / \text{ч}$.

Температура удаляемого воздуха рассчитываем по формуле:

$$t_y = t_{gradt} \cdot (H - h_{pz}), ^{\circ}C, \quad (4.15)$$

$$ТП: t_y^{III} = 24,6 + 0,5 \cdot (14,325 - 2) = 31^{\circ}C$$

$$ХП: t_y^{XII} = 16 + 0,5 \cdot (14,325 - 2) = 22^{\circ}C$$

где $gradt$ – градиент температуры по высоте помещения;

H – высота помещения, $м$.

H_{pz} – высота рабочей зоны, $м$.

После построения луча процесса для каждого из периодов на I-d диаграмме рассчитываем необходимый воздухообмен по одной из пяти формул и принимаем самый большой:

$$L_n = \frac{Q_n}{1,2(I_y - I_n)} \quad (4.9)$$

$$ТП: t_n^{III} = 24,6^{\circ}C, L_n = \frac{174720}{1,2(60,85 - 53,85)} = 20800 \text{м}^3 / \text{ч}$$

$$ХП: t_n^{XII} = 16 - 4 = 12^{\circ}C, L_n = \frac{171390}{1,2(24 - 11,85)} = 11755 \text{м}^3 / \text{ч}$$

$$L_{я} = \frac{3,6 \cdot Q_{я}}{c(t_y - t_n)} \quad (4.10)$$

$$ТП : L_{я} = \frac{3,6 \cdot 40735}{1,2(31 - 24,6)} = 19095 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$ХП : L_{я} = \frac{3,6 \cdot 41989}{1,2(22 - 12)} = 12597 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$L_{вп} = \frac{1000 \cdot W}{1,2(d_y - d_n)} \quad (4.11)$$

$$ТП : L_{вп} = \frac{1000 \cdot 10}{1,2(11,5 - 11)} = 16666 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$ХП : L_{вп} = \frac{1000 \cdot 8}{1,2(0,9 - 0,15)} = 8888 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$L_{вр.с.} = L_{пз} + \left(\frac{M_{вр.с.} - L_{пз} \cdot (z_{с} - z_n)}{(z_{ys} - z_n)} \right) \quad (4.12)$$

$$ТП : L_{вр.с.} = \frac{16683}{2 - 0,5} = 11122 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$ХП : L_{вр.с.} = \frac{16683}{2 - 0,5} = 11122 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$L_{сн} = L_n \cdot n \quad (4.13)$$

$$ТП и ХП : L_{сн} = 20 \cdot 200 = 4000 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Так как $L^{ТП} > L^{ХП}$, то за расчетный принимается расход в холодный период года $L^{ТП} = 12611 \text{ м}^3 / \text{ч}$, а разницу $L^{ТП} - L^{ХП} = 8203 \text{ м}^3 / \text{ч}$ в теплый период подается в помещение за счет аэрации.

I-d диаграмма приведена в приложении М.

Расчёт аэрации

Данный расчет произведен по [15].

Определяется аэростатическое давление, вызываемое перемещением воздуха через приточные и вытяжные проемы по формуле:

$$\Delta P = g \cdot (z - z_1) \cdot (\rho_H - \rho_B) + \Delta P_{вент}, \text{ Па}, \quad (4.33)$$

$$\Delta P = 9,81 \cdot (10,16 - 1,3625) \cdot (1,53 - 1,29) = 21, \text{ Па},$$

где z – высота расположения нижней границы тепловой подушки от пола, принимается равной высоте расположения центров вытяжных проемов от пола, м;

z_1 – высота до центра приточных проемов, м;

ρ_H, ρ_B – плотность воздуха наружного и внутреннего соответственно, кг/м³;

$\Delta P_{\text{вент}}$ – дополнительное давление от вентиляторов, Па (дополнительное давление от осевых вентиляторов принимаем равным нулю, так как в рабочей зоне их влияние на аэрацию не значительно).

Потери давления на прохождение воздуха через приточные проемы

$$\Delta P_1 = \beta \cdot \Delta P, \text{ Па}, \quad (4.34)$$

$$\Delta P_1 = 0,4 \cdot 21 = 8,45 \text{ Па}$$

где β – доля разностей давления, расходуемая на прохождение воздуха через приточные проемы (0,1-0,4).

Требуемая площадь приточных проемов

$$F_1 = \frac{G}{\sqrt{\frac{2 \cdot \rho_H \cdot \Delta P_1}{\xi}}}, \text{ м}^2, \quad (4.35)$$

$$F_1 = \frac{2,7}{\sqrt{\frac{2 \cdot 1,53 \cdot 8,45}{3,7}}} = 1 \text{ м}^2$$

где G – расход воздуха, кг/с;

ξ – коэффициент местного сопротивления, зависящий от угла открытия окна и принимается по [15].

$$F_{\text{факт}} = 0,925 \cdot 0,9 \cdot 7 = 5 \text{ м}^2$$

Условие выполняется, так как $F_1 < F_{\text{факт}}$, $1 \text{ м}^2 < 5 \text{ м}^2$.

Определение воздухообмена по кратности

Данные расчета приняты по [2].

Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности, $\text{м}^3/\text{ч}$, рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V \quad (4.16)$$

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1} , принимается по [2];

V – внутренний объем помещения, м^3 .

Расчет воздухообмена по кратности сводим в таблицу 12.

Таблица 10 – Расход вентилируемого воздуха

№	Наименование помещения	$t_{\text{в}}, \text{°C}$	Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Приток		Вытяжка	
				$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \text{ч}^{-1}$	$L, \text{м}^3/\text{ч}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Трапезная	18	286	3	860	3	860

4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Расчет произведен по методике [17].

В центральной части храма выбираются воздухоприточные решетки ВР-К 500x500 [18], в количестве 6 шт. $F_0 = 0,1972 \text{ м}^2$, $m = 1, n = 0,9$.

Определяется количество подаваемого воздуха через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_0 = \frac{L}{N}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.17)$$

$$L_0 = \frac{12611}{6} = 2102, \text{ м}^3/\text{ч},$$

Где L - расход приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

N - количество воздухораспределителей, шт.

Определяется скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$g_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0}, \text{ м/с}, \quad (4.18)$$

$$g_0 = \frac{2102}{3600 \cdot 0,1972} = 2,62 \text{ м/с}$$

Определяется скорость воздуха на основном участке струи:

$$g_x = \frac{m \cdot g_0}{x} = \frac{\sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c \cdot k_6 \cdot k_n, \text{ м/с}, \quad (4.19)$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$g_x = \frac{1 \cdot 2,65 \cdot \sqrt{0,1972}}{2,49} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,36 \text{ м/с}$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$g_x = \frac{1 \cdot 2,65 \cdot \sqrt{0,1972}}{3,34} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,30 \text{ м/с}$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$g_x = \frac{1 \cdot 2,65 \cdot \sqrt{0,1972}}{4,9} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,24 \text{ м/с}$$

где m - скоростной коэффициент воздухораспределителя, определяемый по [17];

x - дальность струи, м;

k_c - коэффициент стеснения струи, определяется по [17], в зависимости от \bar{x} и F , которые определяются по формулам (4.21), (4.22) соответственно:

$$\bar{x} = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_n}} \quad (4.2-)$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$\bar{x} = \frac{2,46}{1 \cdot \sqrt{231}} = 0,16$$

- для воздухораспределителей на высоте 4,5м:

$$\bar{x} = \frac{3,34}{1 \cdot \sqrt{231}} = 0,2$$

- для воздухораспределителей на высоте 6м:

$$\bar{x} = \frac{3,9}{1 \cdot \sqrt{231}} = 0,260$$

$$F = \frac{F_0}{F_{II}}, \quad (4.21)$$

$$F = \frac{0,1972}{231} = 0,00085$$

где F_{II} – площадь поверхности ограждения, перпендикулярного направлению струи, в расчете на 1 струю;

k_g – коэффициент взаимодействия двух или более струй, определяемый по [17].

Для компактных струй зависит от количества струй и отношения: x/l .

где l – половина расстояния между воздухораспределителями, м;

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$\frac{x}{l} = \frac{2,46}{0,75} = 3,28$$

- для воздухораспределителей на высоте 4,5м:

$$\frac{x}{l} = \frac{3,34}{0,75} = 4,45$$

- для воздухораспределителей на высоте 6м:

$$\frac{x}{l} = \frac{3,9}{0,75} = 5,2$$

k_H – коэффициент неизотермичности струи. Струя принимается, как изотермическая, и коэффициент приравнивается 1.

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}}, \quad (4.22)$$

$$H \approx 5,45 \cdot \frac{1 \cdot 2,65 \cdot \sqrt[4]{0,1972}}{\sqrt{0,9 \cdot 4}} = 5$$

Способ определения коэффициента неизотермичности зависит от значения выражения:

$$\frac{H}{\sqrt{F_0}}, \quad (4.8)$$

$$\frac{5}{\sqrt{0,1972}} = 11,3 < 14,7$$

При $\frac{H}{\sqrt{F_0}} < 14,7$, коэффициент неизотермичности определяется по номограммам [12]. Соответственно $k_n = 0,95$.

Сравнивается полученное значение v_x с нормированной величиной:

$$v_x \leq k \cdot v_0, \text{ м/с} \quad (4.23)$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$0,36 \leq 1,4 \cdot 0,2 = 0,36 \text{ м/с}$$

- для воздухораспределителей на высоте 4,5м:

$$0,31 \leq 1,4 \cdot 0,2 = 0,36 \text{ м/с}$$

- для воздухораспределителей на высоте 6м:

$$0,24 \leq 1,4 \cdot 0,2 = 0,36 \text{ м/с}$$

где $v_0 = 0,2$ м/с – нормируемая скорость воздуха в помещении в холодный период года.

k – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, принимается $k = 1,8$ согласно [19].

Определяется максимальная разность температур Δt_x , °С, между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне, по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_0}{k_c \cdot k_n}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (4.24)$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$\Delta t_x = \frac{0,9 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,1972}}{2,46} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,95} = 0,68, \text{ } ^\circ\text{C}$$

- для воздухораспределителей на высоте 4,5м:

$$\Delta t_x = \frac{0,9 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,1972}}{3,34} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,95} = 0,5, ^\circ C$$

- для воздухораспределителей на высоте 6м:

$$\Delta t_x = \frac{0,9 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,1972}}{3,9} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,95} = 0,43, ^\circ C$$

где n - температурный коэффициент, определяемый по [17].

Максимальная разность температур Δt_x сравнивается с нормируемой Δt_n , определяемой по [19]:

$$\Delta t_x \leq \Delta t_n, ^\circ C \quad (4.25)$$

- для воздухораспределителей на высоте 3м:

$$0,68 \leq 1,5 ^\circ C$$

- для воздухораспределителей на высоте 4,5м:

$$0,5 \leq 1,5 ^\circ C$$

- для воздухораспределителей на высоте 6м:

$$0,43 \leq 1,5 ^\circ C$$

В центральной части храма к установке применяются решетки ВР-К 500x500 [18], в количестве 6 шт. Воздухораспределители типа ВР-К подбираются по справочным данным производителя [18]. Все воздухораспределители соответствуют нормам.

4.5 Аэродинамический расчёт

Аэродинамический расчет осуществлен по методике, указанной в [17].

Определяются полные потери давления по формуле:

$$\Delta P = \sum R \cdot L + Z, Pa, \quad (4.26)$$

где R - фактическое значение потерь давления за счёт трения на расчётном участке воздуховода, Па/м;

l - длина рассчитываемого участка воздуховодов, м;

Z - потери давления на участке за счёт местных сопротивлений, Па, определяющиеся по формуле:

$$Z = P_0 \cdot \sum \xi, \text{Па}, \quad (4.26)$$

где P_0 - динамическое давление расчетного участка, зависящее от скорости движения воздуха в воздуховоде, Па;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений участка, определяемые по [17].

Определяются потери давления на трение по длине $R \cdot l$, Па

Увязка ответвлений должно соответствовать данному выражению:

$$\frac{\Delta P_M - \Delta P_{от}}{\Delta P_M} \cdot 100\% \leq \pm 15\% \quad (4.27)$$

Если невязка более 15%, то для уравнивания расчетных потерь давления ΔP_M и $\Delta P_{от}$ на ответвлении дроссель клапан. Коэффициент местного сопротивления дроссель клапана находится по формуле:

$$\xi_{д.к.} = \frac{\Delta P_M - \Delta P_{от}}{P_0}, \quad (4.28)$$

где P_0 - динамическое давление участка, на который устанавливается дроссель клапан, Па

Подбор диафрагм производится по [17].

Расчетная схема приведена на рисунке 4.1.

Данные расчета сведены в таблицу 11.

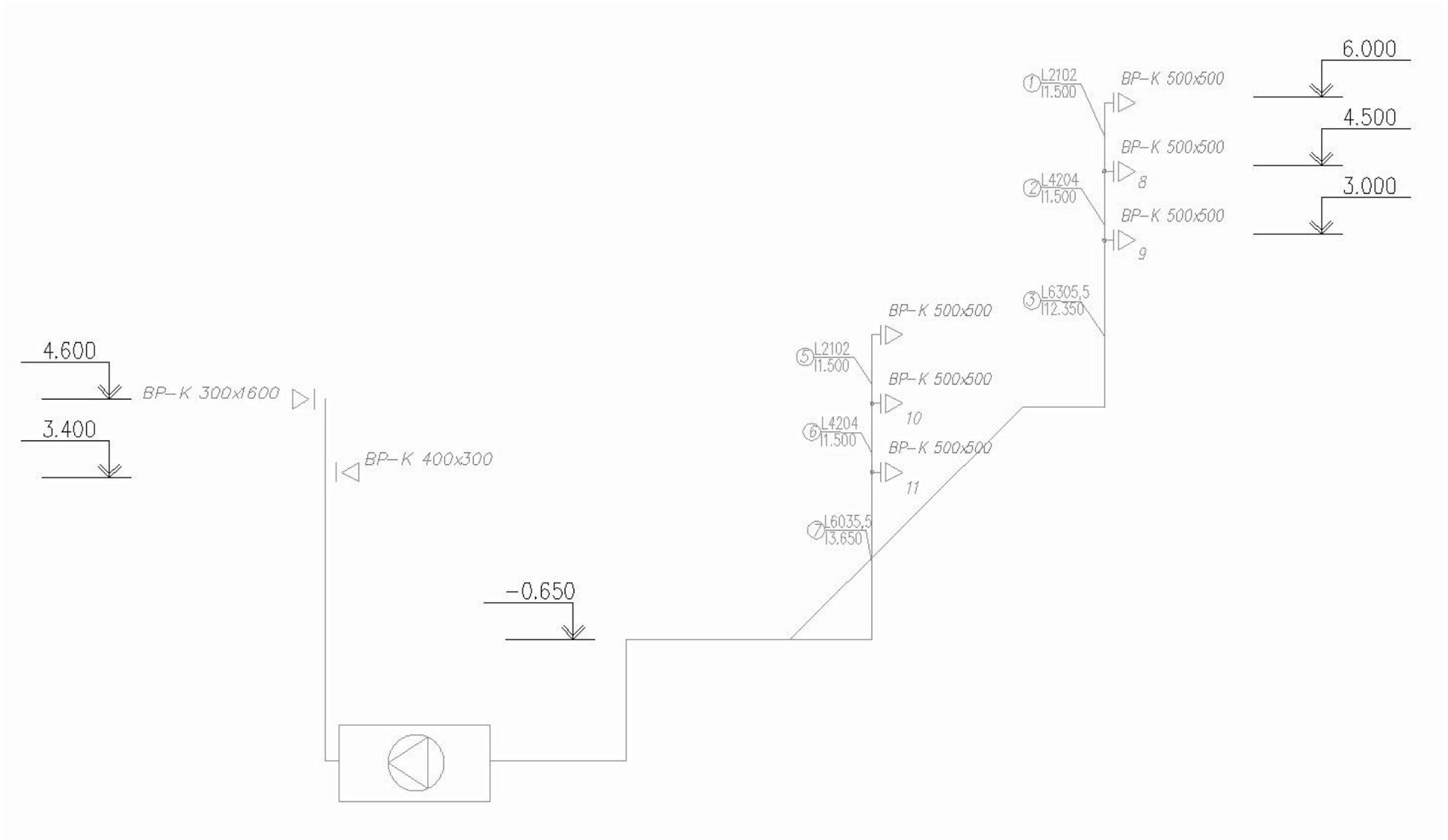


Рисунок 4.1 – Расчетная схема П1

Таблица 11– Аэродинамический расчёт П1

№ уч	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	n	Rln, Па	Rд, 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	9	10	11	12	13	14	15
Магистраль														
ВР-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
1	2102	1,5	700x300	450	3,5	0,30	4	1,806	7,35	0,31	2,27	4,0845	12,51	отвод 90' – 0,31
2	4204	1,5	700x300	450	7	1,07	4	6,42	29,4	0,3	8,82	15,24	27,75	тройник на проход – 0,3
3	6305,5	3,95	700x300	450	11	2,46	4	38,86	72,6	0,61	44,2	83,15	110,9	отвод 90' – 0,31, тройник на проход – 0,3
3'	6305,5	7,2	500x400	450	11	2,46	1	17,71	72,6	0,31	22,5	40,21	151,12	отвод 90' – 0,31
4	12611	6,62	800x500	630	11	1,66	1	10,98	72,6	1,42	103	114	265,2	отвод 90' – 0,31x2, тройник на ответвление – 0,4, КЛОП н.о. – 0,41
После вентилятора														
4'	12611	8,4	660x1100	800	7	0,54	4	18,14	29,4	2,31	68	78,9	344	отвод 90' – 0,31, решетка – 2
Ветвь														
ВР-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
5	2102	1,5	700x300	450	3,5	0,30	4	1,806	7,35	0,31	2,27	4,084	12,51	отвод 90' – 0,31
6	4204	1,5	700x300	450	7	1,07	4	6,42	29,4	0,3	8,82	15,24	27,75	тройник на проход – 0,3
7	6305,5	3,95	700x300	450	11	2,46	4	38,868	72,6	0,61	44,28	83,154	110,90	отвод 90' - 0,31, тройник на проход -0,3
7'	6305,5	1,5	500x400	450	11	2,46	1	3,69	72,6	-	-	3,69	114,59	

Продолжение табл.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
невязка=151-115/151=20% $\xi=1,3$, 314x414мм														
BP-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
8	2102	0,12	500x500	500	3	0,2	4	0,925	7,35	0,3	2,2	3,13	11,3	тройник на ответвление – 0,4
невязка=12,51-11,3/12,51=9%														
BP-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
9	2102	0,12	500x500	500	3	0,2	4	0,925	7,35	0,2	1,5	2,4	10,9	тройник на ответвление – 0,2
невязка=27,75-10,9=60%, $\xi=2,54$, 314x414мм														
BP-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
10	2102	0,12	500x500	500	3	0,2	4	0,925	7,35	0,3	2,2	3,13	11,3	тройник на ответвление – 0,4
невязка=12,51-11,3/12,51=9%														
BP-К	2102		500x500		2,65				4,21	2	8,42	8,427	8,427	решетка
11	2102	0,12	500x500	500	3	0,2	4	0,925	7,35	0,2	1,5	2,4	10,9	тройник на ответвление – 0,2
невязка=27,75-10,9=60%, $\xi=1,3$, 685x285мм														

4.6 Расчёт и подбор оборудования

Приточная камера

В данном храме в венткамере устанавливается приточная установка фирмы "ВЕЗА".

По расходу приточного воздуха и потерям давления в сети, с учетом 15% запаса, подбирается приточная установка по каталогу.

$L=12611$ м³/ч, $\Delta P=344$ Па, по каталогу [20], определена приточная установка. Технические характеристики приточной установки в виде заказного листа указаны в приложении Н.

Расчет калорифера

Определяется общий максимальный расход теплоты на вентиляцию:

$$Q_B = 0,278 \cdot G \cdot c_B \cdot (t_B - t_c), \text{Вт}, \quad (4.26)$$

где c_B – удельная массовая теплоемкость воздуха, $c_B = 1$ кДж/кг · °С;

G – расход воздуха, кг/ч;

t_c – температура смеси рециркуляционного и наружного воздуха, °С.

$$t_c = (t_H \cdot L_H + t_p \cdot L_p) / L_c, \text{°С}, \quad (4.27)$$

$$t_c = \frac{-30 \cdot 11751 + 18 \cdot 860}{12611} = -27 \text{°С}$$

Вытяжная решетка в трапезной

Площадь живого сечения решеток и утепленных клапанов определяется по формуле:

$$F_{mp} = \frac{L}{3600 \cdot v} = \frac{860}{3600 \cdot 3} = 0,08 \text{ м}^2 \quad (4.28)$$

где v – допустимая скорость, принимаем 3 м/с;

L – расход приточного воздуха, м³/ч.

Количество воздухозаборных решеток, шт.:

$$n = \frac{F_{\text{треб.реш}}}{f_{\text{ж.с.}}} = \frac{0,08}{0,09} = 0,9 \approx 1, \quad (4.29)$$

где $f_{ж.с.} = 0,09 \text{ м}^2$ – площадь живого сечения одной решетки, м^2 .
Принимаем решетки ВК-Р 400х300 [7].

Определяется действительная скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решеток:

$$v_{действ} = \frac{L}{3600 \cdot f_{ж.с.} \cdot n} = \frac{860}{3600 \cdot 0,09} = 2,65 \text{ м/с} \quad (4.30)$$

Подбор осевых вентиляторов В1-В4

В качестве вытяжной механической системы в центральной части храма предусмотрены осевые вентиляторы в количестве 4 шт. Вентиляторы установлены в наружных стенах на отметке 10,160 м.

По расходу в ХП $L=12611 \text{ м}^3/\text{ч}$ и в ТП $L=20800 \text{ м}^3/\text{ч}$, по [20] подбирается осевой вентилятор ОСА 201-080-Н-00075ОСВ, характеристика которого указана в приложении П.

Расчёт и подбор воздушно-тепловых завес

В целях предотвращения поступления холодного воздуха в помещение в холодное время года, наружные ворота оборудуются воздушными завесами "Тепломаш" с электрическим подогревом.

Расчет осуществлен по методике, указанной в [15].

Расход воздуха для воздушно-тепловой завесы смешивающего типа определяется по формуле:

$$G_3 = \frac{5100 \cdot k_2 \cdot \mu_{вх} \cdot F_{вх} \cdot (t_{см} - t_n) \cdot \sqrt{\Delta p \cdot \rho_n}}{(t_3 - t_{см})}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (4.31)$$

где k_2 - поправочный коэффициент, для учета числа проходящих людей, места забора воздуха для завесы и типа вестибюля;

$\mu_{вх}$ - коэффициент расхода, зависящий от конструкции входа;

$F_{вх}$ - площадь одной открываемой створки наружной двери, м^2 ;

$t_{см}$ - температура смеси, равная нормируемому значению, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 - температура завесы, принимается значение, равное 50°C ;

Δp - разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, определяемая по формуле:

$$\Delta p = g \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_e), Па, \quad (4.32)$$

где $h_{расч}$ - высота, м, для зданий 3 и менее этажей, определяется по формуле:

$$h_{расч} = h_{л.к.} - 0,5 \cdot h_{дв}, м, \quad (4.33)$$

где $h_{л.к.}$ - высота лестничной клетки, м;

$h_{дв}$ - высота дверного проема, м.

Тепловая мощность тепловой завесы определяется по формуле:

$$Q_3 = 0,28 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{см}), Вт, \quad (4.34)$$

Расчёт тепловой завесы:

$$h_{расч} = 3,5 - 0,5 \cdot 2,7 = 2,15 м,$$

$$\Delta p = 9,81 \cdot 2,15 \cdot (1,45 - 1,22) = 4,85 Па,$$

$$G_3 = \frac{5100 \cdot 0,03 \cdot 0,65 \cdot 1,7145 \cdot (12 - 30) \cdot \sqrt{4,85 \cdot 1,45}}{(50 - 12)} = 500 \frac{кг}{ч},$$

$$Q_3 = 0,28 \cdot 500 \cdot (50 - 12) = 5,32 Вт,$$

По параметрам тепловой завесы $G_3 = 500 \frac{кг}{ч}$, $Q_3 = 5,32$ кВт, по каталогу [22], подобрана тепловая завеса КЭВ-12П6011Е.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Проектирование различных объектов сводится к инженерным расчетам, в основу которых положены зависимости, обеспечивающие функционирование объекта при расчетных номинальных и стационарных условиях.

Введенная в эксплуатацию установка лишь часть времени работает в стационарных условиях, большей же частью режимы их работы – нестационарные. В этих условиях объект нуждается в воздействиях извне, чтобы режим возвратился к расчетному. Этот процесс называют управлением объектом.

Результатом управления является организация управляющего воздействия на систему с желательным изменением ее состояния. При этом на вход системы управления можно подавать сигнал об изменении не только управляемой величины, но и в общем случае любых ее функций и их производных во времени, характеризующих процесс управления.

Автоматическая система регулирования характеризуется следующими признаками: воздействия передаются по замкнутому контуру последовательно от элемента к элементу; регулятор работает постоянно.

Структура автоматической системы регулирования состоит из тех же основных элементов, что и при ручном управлении, которые выполняют те же функции, но без участия человека.

Автоматическая система регулирования обладает следующими достоинствами: результат ее действия направлен на изменение величины, которая изменяется; система реагирует на интегрированное возмущение, проявляющееся в изменении регулируемой переменной; нет необходимости в жестких требованиях к теплофизическим характеристикам объекта. [24]

Системы отопления в зданиях с суммарной тепловой нагрузкой более 50 кВт следует выполнять с автоматическим регулированием температуры теплоносителя, поступающего в систему, в зависимости от температуры

наружного воздуха.

В зданиях, где трубопроводы системы отопления выполнены из полимерных материалов, автоматическое регулирование параметров теплоносителя в индивидуальных тепловых пунктах следует производить при любом расходе теплоты. При этом температура теплоносителя не должна превышать 90 °С или предельно допустимых значений для применяемого материала труб.

Схемы автоматизации реализуются с помощью электронных регуляторов температуры с погодной коррекцией серии ECL Comfort [23].

Для функционирования системы регулирования температуры теплоносителя к электронным регуляторам серии ELC должны быть подключены температурные датчики в виде платиновых термометров. Тип и количество датчиков выбирается в зависимости от конкретной технологической схемы автоматического регулирования, а так же от диаметров трубопроводов, на которых устанавливаются датчики.

Датчики по своей конструкции подразделяются на:

- датчик температуры наружного воздуха ESMT;
- датчик температуры воздуха в помещении ESM-10;
- накладной датчик температуры теплоносителя;
- погружной датчик температуры теплоносителя ESMU;

Схемы присоединения систем отопления разделяют на зависимые без смешения воды, зависимые со смешением воды и независимые.

Необходимая температура теплоносителя в системе отопления устанавливается электронным регулятором ECL по заданному температурному графику путем воздействия на трёхходовой клапан регулятора теплового потока.

Трёхходовой разделительный клапан выбирают по большему значению

пропускной способности из результатов расчета на входе и на выходе, поскольку различны температуры теплоносителя, а, следовательно, различны и расходы теплоносителя при равенстве переносимой тепловой энергии. При централизованном теплоснабжении клапан выбирают по расходу в системе отопления. Результатом такого выбора смесительного трех ходового клапана является неудовлетворительная их работа по стороне теплосети. Устраняют этот недостаток применением трехходового разделительного клапана на обратном трубопроводе.

Для преодоления сопротивления системы отопления, при разной сопоставимости с перепадом давления в теплосети насос установлен на обратной магистрали.

При расположении насоса на обратном трубопроводе, устраняют влияние повышенного давления в обратной магистрали теплосети, часто наблюдаемое в концевых участках теплосети, и создают более благоприятные температурные условия для его работы [30].

На функциональной схеме индивидуального теплового пункта представлены следующие приборы: 1 – ручной клапан с предварительной настройкой MVS-F2, используется для балансировки расходов в циркуляционных кольцах СО; 2 – ручной балансировочный клапан, предназначен для гидравлически балансировки СО; 3 – термометр, для измерения температуры в СО ; 4 – манометр , для измерения давления в СО; 5 –смесительный насос; 6 – датчик давления; 7 – трехходовой разделительный клапан.

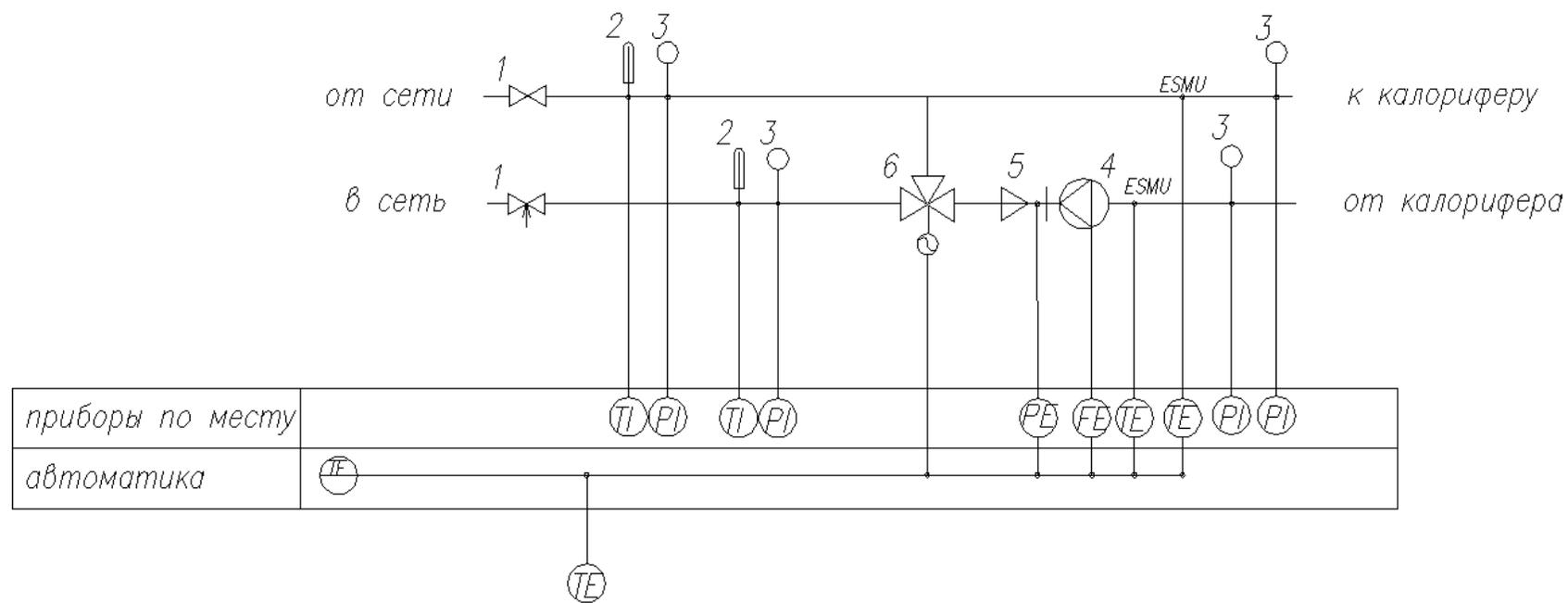


Рисунок 6.1 – Функциональная схема теплового пункта

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Во время монтажа системы отопления наиболее опасным фактором являются сварочные работы. Сущность сварки заключается в сближении элементарных частиц свариваемых частей настолько, чтобы между ними начали действовать межатомные связи, которые обеспечивают прочность соединения.

Сварочные работы негативно влияют на организм человека, так как сопровождаются выбросом тепловой энергии, выделением в воздух пыли и газов.

Фактическая концентрация вредных веществ в зоне дыхания сварщиков может значительно превышать допустимую. Следствием этого является достаточно высокий по сравнению с другими профессиями уровень профессиональных заболеваний сварщиков: болезнь органов дыхания (пневмокониоз), отравление марганцем, парами других металлов и сварочной пылью.

Сварочная пыль – это результат окисления в воздухе испаренного металла, легирующих металлов и флюса. Наиболее вредными являются такие вещества как: оксиды марганца и кремния, которые составляют более 50% от всей пыли. Попадая в организм, соединения марганца способны нарушить работу легких, печени, кровеносной системы и вызвать поражение центральной нервной системы. Вдыхая оксиды кремния нарушается работа многих органов, вредны и соединения хрома и цинка, которые выделяются в меньших количествах. Эффективно бороться с вредными веществами при сварочных работах можно только правильной организацией рабочего процесса. Необходимо использовать все современные средства индивидуальной защиты и правильно организовывать рабочий процесс.

Составляется технологический паспорт объекта на основании технологических операций, проводимых на нём для дальнейшего разбора вредных факторов и методов их устранения.

Таблица 12- Технологический паспорт объекта

№	Технологический процесс	Технологическая операция	Наим. должности работника, выполняющего операцию	Оборудование, устройство	Материалы, вещества
1	Монтаж системы отопления	Сварка полипропиленовых трубопроводов, крепления трубопроводов и радиаторов	Монтажник системы отопления, электросварщик ручной сварки	Паяльник, фаскосниматель, калиброватель, торцеватель, ножницы для резки труб, очищающая жидкость	Трубопроводы, арматура муфтовая, крепления, фасонные и соединительные части к полиэтиленовым трубам, дюбели с калиброванной головкой (в обоймах) 35x8.5 мм, клей 88-СА вода, известь строительная негашеная хлорная марки А

Монтаж системы отопления подразумевает под собой риск получения травмы. Во избежание несчастных случаев необходимо определить вероятные риски и далее принять меры безопасности. Опасные и вредные факторы были определены по [27].

Таблица 13 - Идентификация профессиональных рисков

№	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Монтаж системы отопления	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Сварка трубопроводов
		Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Сварочные работы
		Повышенный уровень шума на рабочем месте	Работа с перфоратором
		Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	При работе с труборезом
		Монотонность труда	Большой фронт работ при однотипном рабочем режиме

По профессиональным рискам подбираем методы и средства защиты для снижения или устранения вредного и опасного производственного фактора. Данные методы были определены по [28].

Таблица 14 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержания аэрозолей в воздухе рабочей зоны	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; перчатки с полимерным покрытием; сапоги резиновые, сварочная маска
2	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Правильная эксплуатация сварочного аппарата, средства защиты	
3	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	
4	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Работа в перчатках из плотного материала	
5	Монотонность труда	Ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, лечебно-профилактические мероприятия	

Для предотвращения несчастных случаев необходимо придерживаться инструкции по технике безопасности и использовать средства индивидуальной защиты, указанными в таблицах.

7 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Технология монтажных работ

Монтаж внутренних систем выполняют в соответствии с требованиями СП [29], стандартов и инструкций заводов-изготовителей оборудования. До начала монтажа внутренних систем должны быть выполнены следующие работы:

- проложен ввод водоснабжения в здание;
- выполнена подготовка под полы;
- устроены опоры под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;
- установлены закладные детали в строительных конструкциях;
- пробиты и подготовлены отверстия в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимые для прокладки трубопроводов;
- оштукатурены или облицованы стены и ниши в местах установки санитарных приборов и прокладки трубопроводов.

Последовательность проведения работ по монтажу систем отопления:

1. Разметка мест установки креплений с учетом проектных уклонов.
2. Установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами) со сверлением отверстий и заделкой цементным раствором;
3. Прокладка трубопроводов из полипропиленовых труб:
 - трассу прокладки магистрали необходимо выбирать таким образом, чтобы исключались любые механические воздействия на изделия;
 - для отвода магистралей от основной трубы с целью подключения санитарных узлов используются тройники, которые с помощью переходной муфты спаиваются с трубой;
 - непосредственно к санитарным приборам полипропиленовые трубы подсоединяются с помощью переходников с резьбой;
 - если возникает необходимость в прокладке труб непосредственно через строительные конструкции, то их необходимо укладывать в специальные

металлические футляры или гильзы

- при прокладке труб в стяжке или бетоне резьбовые соединения не рекомендуется замоноличивать.

4. Крепление трубопроводов.

- зафиксировать трубы, проложенные вдоль стены можно специальными креплениями с клипсами. Когда расстояние между полипропиленовыми трубами небольшое, то они фиксируются двойными клипсами. Крепления устанавливать: во всех местах угловых соединений, на прямолинейных участках через 1,5 – 2,0 метра.

5. Выверка трубопроводов.

Монтаж отопительных приборов осуществлять в следующей последовательности:

- а) разметка мест установки средств крепления;
- б) установка крепежных элементов и крепление их к строительным конструкциям;
- в) установка отопительного прибора;
- г) подсоединение к трубопроводам системы отопления.

Радиаторы всех типов следует устанавливать на расстояниях не менее:

- 60 мм - от пола,
- 50 мм - от нижней поверхности подоконных досок;
- 25 мм - от поверхности штукатурки стен, если другие размеры не указаны изготовителем;

По окончании монтажных работ производится испытание трубопроводов отопления. Производится испытание до начала отделочных работ. Системы водяного отопления испытывают гидростатическим давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой низкой точке. Через обратную магистраль систему заполняют, подключив ее к водопроводу. Как только система заполнится закрывают все воздухоотборники и включают ручной или приводной гидравлический пресс, которым создают требуемое давление.

Падение давления во время испытания не должно превышать 0,02 МПа в течение 5 мин. Обнаруженные мелкие неисправности отмечают мелом, после чего исправляют.

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60 °С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

Определение состава и объема работ

Подсчет объемов строительных и монтажных работ производится по чертежам, при этом учитываются единицы измерения принятые в ЕНиР [26-29]. Работы проводятся в одну захватку.

Результаты расчета объемов работ в приложение У.

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по ЕНиР [30-33].

Трудоемкость определяется:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8,2}, \text{ чел} - \text{дни}, \quad (8.1)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по ЕНиР [26];

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Результаты расчета трудоемкости работ сведены в таблицу 15 и 16.

Таблица 15 – Ведомость объемов монтажных работ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
1	2	3	4	5
	Монтаж отопления:			
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	3	
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 25 мм	100 отв.	0,5	
3	Комплектование и подноска материалов и изделий	т	0,13	

4	Прокладка труб магистрали			
	Ø 16	м	13,5	
	Ø 20	м	21,25	
	Ø 25	м	31,3	
	Ø 32	м	37,5	
	Ø 40	м	66	
1	2	3	4	5
	Ø 50	м	41,3	
5	Установка радиаторов	шт	33	
6	Установка воздухоотводчиков	шт	21	
7	Ручная пайка трубопроводов			
	- вертикальная	стык	36,8	
	- горизонтальная	стык	160	
8	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов	100 м 1 шт.	3 33	
10	Покрытие теплоизоляцией	м		
11	Установка вентилей Ø 50	1 шт.	4	

Кроме определения трудоемкости основных строительного-монтажных работ необходимо учесть затраты труда на работы, выполненные за счет накладных расходов (10%) и на подготовительные работы (4%).

Таблица 16 – Ведомость трудоемкости работ

№	Наим. работ	Ед. изм	Обоснование	Норма времени чел.-час.	Трудоемкость		Всего, чел.-дни.	Состав бригады
					Захватка I			
					Объем работ	Чел.-дни		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е 9-1-1	1,2	3	0,43		6 разр.-1
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях электрической сверлильной машиной	100 отв.	Е9-1-46	1,5	0,5	0,1	0,53	3 разр.-1
3	Комплектование и поднос материалов и изделий	т	Е 9-1-41	3	0,13	0,05	0,58	4 разр.-1; 2 разр.-1
4	Прокладка полипропиленовых труб магистрали Ø 16 - Ø 25	м	Е 9-1-2	0,25	66,05	2	2,58 6,24 7,84	4 разр.-1; 3 разр.-1

	Ø 32 - Ø 40 Ø 50			0,29 0,32	103,5 41,3	3,66 1,6			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5	Установка радиаторов	шт.	Е 9-1-12	0,2	33	0,8	8,64	4 разр.-1; 3 разр.-1	
6	Установка автоматических воздухоотводчиков	шт.	Е 9-1-19	0,86	2	0,21	8,85	5 разр.-1	
7	Монтаж насоса	шт.	Е 34-23	2,4	1	0,29	9,14	4 разр.-1; 2 разр.-1	
8	Покрытие теплоизоляцией	м²	Е 11-4	0,38	340	15,75	24,9	Термоиз. 4 разр.-1; 3 разр.-1	
9	Ручная пайка:							Эл. сварщ. 6 разр.-1	
	- вертикальная неповоротная	стык	Е 22-2-1	0,06	36,8	0,26	25,15		
	-горизонтальная неповоротная	стык	Е 22-2-1	0,07	160	1,3	26,45		
10	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов:								
	-первое рабочее испытание отдельных частей системы	100 м	Е 9-1-8	5,3	3	1,93	28,38	5 разр.-1; 4 разр.-1; 3 разр.-1	
	-рабочая проверка системы в целом	100 м	Е 9-1-8	2,8	3	1	29,38	6 разр.-1; 5 разр.-1; 4 разр.-1	
	-проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой	шт.	Е 9-1-8	0,11	33	0,44	29,82	6 разр.-1	
	-окончательная проверка системы при сдаче	100 м	Е 9-1-8	2,3	3	0,84	30,66	6 разр.-1; 5 разр.-1	
	Итого:							30,66	
	Подготовительные работы – 4%:							31,9	
	Работы за счет накладных расходов – 10 %:							34	
	Всего:							66	

Мероприятия по обеспечению нормативных требований охраны труда

Безопасность работ по монтажу внутренних систем должна быть обеспечена соблюдением мероприятий по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, выполнения работ на высоте;

- методы и средства доставки и монтажа трубопроводов, сантехнических изделий и оборудования;

- меры безопасности при выполнении работ в бороздах, нишах, ящиках;

- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

К работе с электрооборудованием допускаются рабочие, которые специально обучены и прошедшие инструктаж по безопасности и охране.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]. - Введ. 2003.- 10.- 01.- Режим доступа: http://www.norm-load.ru/SNiP/raznoe/aktualizir_sp/2/131.htm

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. ГОСТ 30 494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://www.npmaar.ru/possnips/standpr/gost30494.html>.
4. **ГОСТ 5582-75. Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия** [Электронный ресурс]. - Введ. 1977.- 01.- 01.- Режим доступа: http://metallichekiy-portal.ru/downloadgost/5582-75_f1.pdf
5. ГОСТ 8486-86. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия [Электронный ресурс]. - Введ. 1986.- 09.- 30.- Режим доступа: <http://www.poddon74.ru/images/upload/file/gost%208486-86%20hvoinih.pdf>
6. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 07.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
7. **ГОСТ 5582-75. Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия** [Электронный ресурс]. - Введ. 1977.- 01.- 01.- Режим доступа: http://metallichekiy-portal.ru/downloadgost/5582-75_f1.pdf
8. **Малявина, Е. Г.** Теплотери здания : справ. пособие [Текст] / Е. Г. Малявина. – М.: Авок-Пресс, 2007. –142 с. 5. <http://ros-panel.ru/techh>
9. **Сканави А. Н.** Отопление : учеб. для студ. вузов [Текст] / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. – Гриф МО. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.
10. Мир радиаторов. Аллюминиевые радиаторы – Global VIP, Global VOX, Global KLASS [Электронный ресурс] / Каталог // Global. – 2015.- Режим доступа: <http://www.mir-radiatorov.ru/catalog.php>

11. Найти продукт и решение [Электронный ресурс] / Каталог // Grundfos. – 2015.- Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?%3Ftime=1463689264045&qcid=109063995>
12. ГОСТ 14918-80*. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия [Электронный ресурс]. - Введ. 1980.- 03.- 31.- Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/gost/14918-80/>
13. [СП 73.13330.2012](#). Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3-05-01-85 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091051>
14. СП 52.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 23-05-1995. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс]. - Введ. 2011.- 05.- 20.- Режим доступа: http://www.know-house.ru/gost/sp_2013/sp_52.13330.2011.pdf
15. Богословский, В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 [Текст] / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1992.-319 с.: ил.
16. СП 31-103-99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов [Электронный ресурс]. - Введ. 1999.- 12.- 27.- Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP_3110399_Zdaniya_sooruzheniy.html
17. Баркалов, Б.В. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 [Текст] / 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.
18. Оборудование СЕЗОН. Системные решения по вентиляции [Электронный ресурс] / Каталог. – 2016.- Режим доступа: http://shop.zavodsezon.ru/upload/catalogue_2013.pdf

19. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2012.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>

20. ВЕЗА – вентиляционное оборудование, климатическая техника. Приточные установки [Электронный ресурс] / Программа подбора оборудования. – 2016.- Режим доступа: <http://www.veza.ru>

21. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст] / В.Н. Талиев, Б.В. Баркалов, В.В. Коробов и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова – М., 1969. – 538с.

. НПО Тепломаш. Воздушно-тепловые завесы [Электронный ресурс] / Каталог.- 2016.- Режим доступа: <http://www.teplomash.ru/teplovyue-zavesy/200/teplovaya-zavesa-122007>

23. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции [Текст] / Учеб. Пособие для вузов. –Мн.: Выш. шк., 1986. –304 с.: ил.

24. 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.

25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] / Введ. 1976.- 01.- -01.- Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/41131>

26. ЕНиР Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 1. Санитарно-техническое оборудование здания и сооружений [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000670>

27. ЕНиР Сборник Е11. Изоляционные работы [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://uv-system.ru/ntd418.htm>

28. ГЭСН Сборник N16. Трубопроводы внутренние [Электронный ресурс]. – Введ. 2000.-05.-01.- Режим доступа: <http://soyuzproekt.ru/ntd/6038.htm>

29. ЕНиР Сборник Е34. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: http://msmeta.com.ua/file/dbn_norma/3_enir/ENiR_Sbornik_34.pdf

30. Пырков, В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование [Электронный ресурс] / Введ. 2007.- 252с.: ил. Режим доступа: http://www.danfoss.com/NR/ronlyres/B2CCB4E6-CA38-4D06-9872-7B2606273D78/0/Substationbook_newversion_2008_p1.pdf

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Расчет теплотерь храма

1	Наименование помещения	Обозн. огражд.	Стороны света	Размер ограждения, м		Площадь F, м ²	K, Вт/м ² ·°C	Δt, °C (tв - tн)	Расход теплоты Q, Вт	Добавочные теплотери			Σ(β+1)	Q * Σ(β+1), Вт	Qинф, Вт	ΣQ, Вт	
				a	h					на ориен.	прочие	сумма					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	Алтарь 16 46,87	н.с	В	7,3	6,55	47,815	1,05	46	2309	0,1	0,05	0,15	1,15	2656			
tв, °C		н.с	СВ	4,7	6,55	28,79	1,05	46	1391	0,1	0,05	0,15	1,15	1599			
S, м ²		н.с	ЮВ	4,7	6,55	28,79	1,05	46	1390	0,05	0,05	0,1	1,1	1529			
		ПТ					46,87	0,18	46	388				1	388		
		ок-1	СВ	0,91	2,3	2,093	1,96	46	189	0,1	0,05	0,15	1,15	217	293		
		ок-1	ЮВ	0,91	2,3	2,093	1,96	46	189		0,05	0,05	1,05	198	293		
														6587	586	7173	
2	Центральная часть храма 14 161,51	н.с	С	10,9	6,55	123,341	1,05	44	5698	0,1	0,05	0,15	1,15	6553			
tв, °C		н.с	З	4,7	6,55	66,329	1,05	44	3064	0,05	0,05	0,1	1,1	3371			
S, м ²		н.с	В	4,7	6,55	68,01	1,05	44	3142	0,1	0,05	0,15	1,15	3613			
		н.с	Ю	10,9	6,55	123,3415	1,05	44	5698				1	5698			
		н.с	З	4,7	6,55	66,329	1,05	44	3064	0,1	0,05	0,15	1,15	3524			
		н.с	В	4,7	6,55	68,01	1,05	44	3142	0,1	0,05	0,15	1,15	3613			
		н.с	С	10,9	8,12	76,734	1,05	44	3545				1	3545			
		н.с	З	8,55	8,12	69,426	1,05	44	3207				1	3207			
		н.с	В	8,55	8,12	69,426	1,05	44	3207				1	3207			
		н.с	Ю	10,9	8,12	76,734	1,05	44	3545				1	3545			
		ПТ					89,3	0,18	44	707				1	707		
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181	0,1	0,05	0,15	1,15	208	840		
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181	0,1	0,05	0,15	1,15	208	840		
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181	0,1	0,05	0,15	1,15	208	840		
		ок-2	С	0,91	2,35	2,1385	1,96	44	184	0,1	0,05	0,15	1,15	212	577		

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
		ок-2	С	0,91	2,35	2,1385	1,96	44	184	0,1	0,05	0,15	1,15	212	577		
		ок-3	С	0,91	3,45	3,1395	1,96	44	271	0,1	0,05	0,15	1,15	311	474		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181		0,05	0,05	1,05	190	840		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181		0,05	0,05	1,05	190	840		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	44	181		0,05	0,05	1,05	190	840		
		ок-2	Ю	0,91	2,35	2,1385	1,96	44	184		0,05	0,05	1,05	194	577		
		ок-2	Ю	0,91	2,35	2,1385	1,96	44	184		0,05	0,05	1,05	194	577		
		ок-3	Ю	0,91	3,45	3,1395	1,96	44	271		0,05	0,05	1,05	284	474		
		ДВ	3	0,8	2,1	1,68	1,96	44	145	0,05	0,05	0,1	1,1	159	120		
		ДВ	3	0,8	2,1	1,68	1,96	44	145	0,05	0,05	0,1	1,1	159	120		
														43502	8536	52038	
3	Трапезная 18 81,81	н.с	С	8,86	3,5	24,731	1,005	48	1193	0,1	0,05	0,15	1,15	1372			
тв, °С		н.с	3	1,86	3,5	6,51	1,005	48	314	0,05	0,05	0,1	1,1	345			
S, м2		н.с	Ю	8,86	3,5	24,731	1,005	48	1193		0,05	0,05	1,05	1253			
		н.с	3	1,86	3,5	6,51	1,005	48	314	0,05	0,05	0,1	1,1	345			
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197	0,1	0,05	0,15	1,15	226	946		
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197	0,1	0,05	0,15	1,15	226	946		
		ок-1	С	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197	0,1	0,05	0,15	1,15	226	946		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197		0,05	0,05	1,05	207	946		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197		0,05	0,05	1,05	207	946		
		ок-1	Ю	0,91	2,3	2,093	1,96	48	197		0,05	0,05	1,05	207	946		
															4614	5676	10290
4		Мансарда 18 81,1	н.с	С	8,86	1,846	14,88136	1,005	48	718	0,1	0,05	0,15	1,15	826		
тв, °С	н.с		3	1,86	1,295	2,41	1,005	48	116	0,05	0,05	0,1	1,1	128			
S, м2	н.с		Ю	8,86	1,846	14,88	1,005	48	718		0,05	0,05	1,05	754			
	н.с		3	1,86	1,295	2,4087	1,005	48	116	0,05	0,05	0,1	1,1	128			
	н.с		3	3,55	2,5	8,875	1,005	48	428	0,05	0,05	0,1	1,1	471			
	н.с		3	0,66	2,5	1,65	1,005	48	80	0,05	0,05	0,1	1,1	88			
	н.с		3	0,66	2,5	1,65	1,005	48	80	0,05	0,05	0,1	1,1	88			
	ок-4		С	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46	0,1	0,05	0,15	1,15	53	109		
	ок-4		С	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46	0,1	0,05	0,15	1,15	53	109		

Продолжение табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		ок-4	С	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46	0,1	0,05	0,15	1,15	53	109	
		ок-4	Ю	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46		0,05	0,05	1,05	49	109	
		ок-4	Ю	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46		0,05	0,05	1,05	49	109	
		ок-4	Ю	0,91	0,54	0,4914	1,96	48	46		0,05	0,05	1,05	49	109	
		пт				73	0,17	48	596				1	596		
														3385	654	4039
5	Колокольня	н.с	С	2,48	3,5	8,68	1,005	48	419	0,1	0,05	0,15	1,15	482		
tв, °С	18	н.с	Ю	2,48	3,5	8,68	1,005	48	419		0,05	0,05	1,05	440		
S, м2	11,01	н.с	З	3,55	3,5	8,996	1,005	48	434	0,05	0,05	0,1	1,1	477		
		пт				11,01	0,66	48	349				1	349		
		дв	З	1,27	2,7	3,429	1,21	48	199	0,05	0,05	0,1	1,1	219	257	
														1967	257	2224
6	Подсобное помещение	н.с	С	1,18	3,5	4,13	1,005	48	199	0,1	0,05	0,15	1,15	229		
tв, °С	18	н.с	З	1,86	3,5	6,51	1,005	48	314	0,05	0,05	0,1	1,1	345		
S, м2	2,19													574		574

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

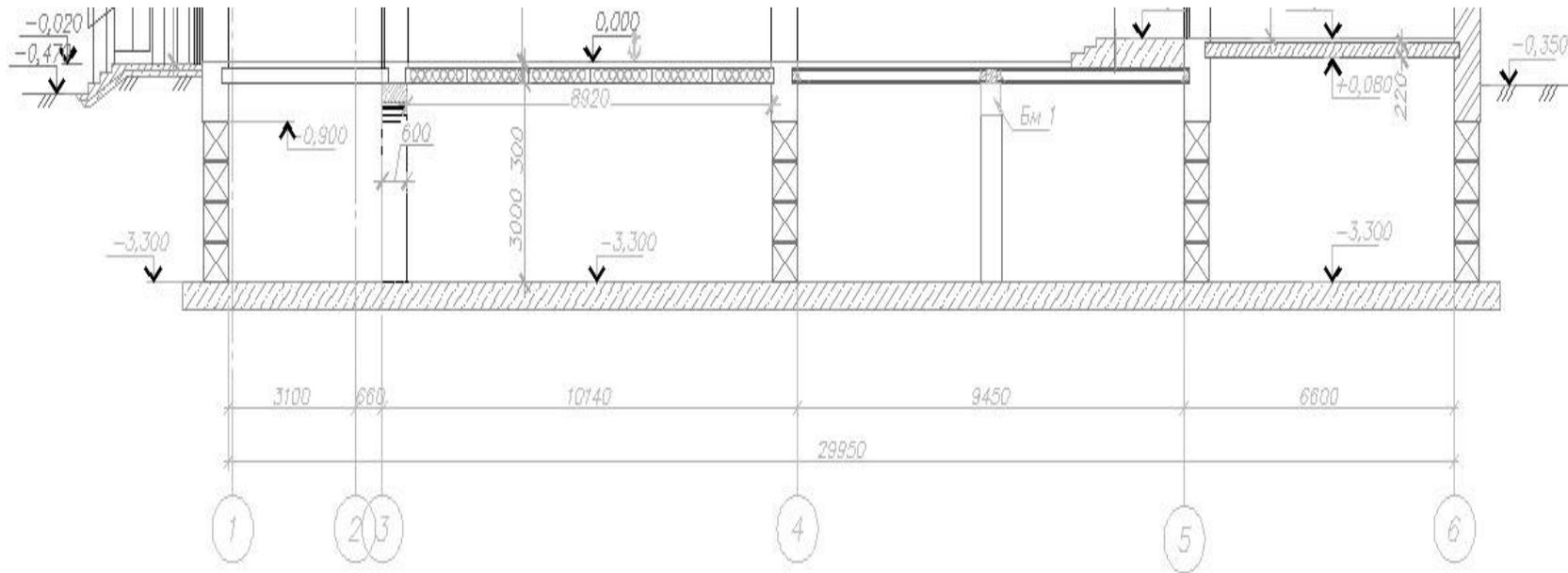


Рисунок 2.1 – Фрагмент разреза подвала

ПРИЛОЖЕНИЕ В

План подвала на отметке -3.300

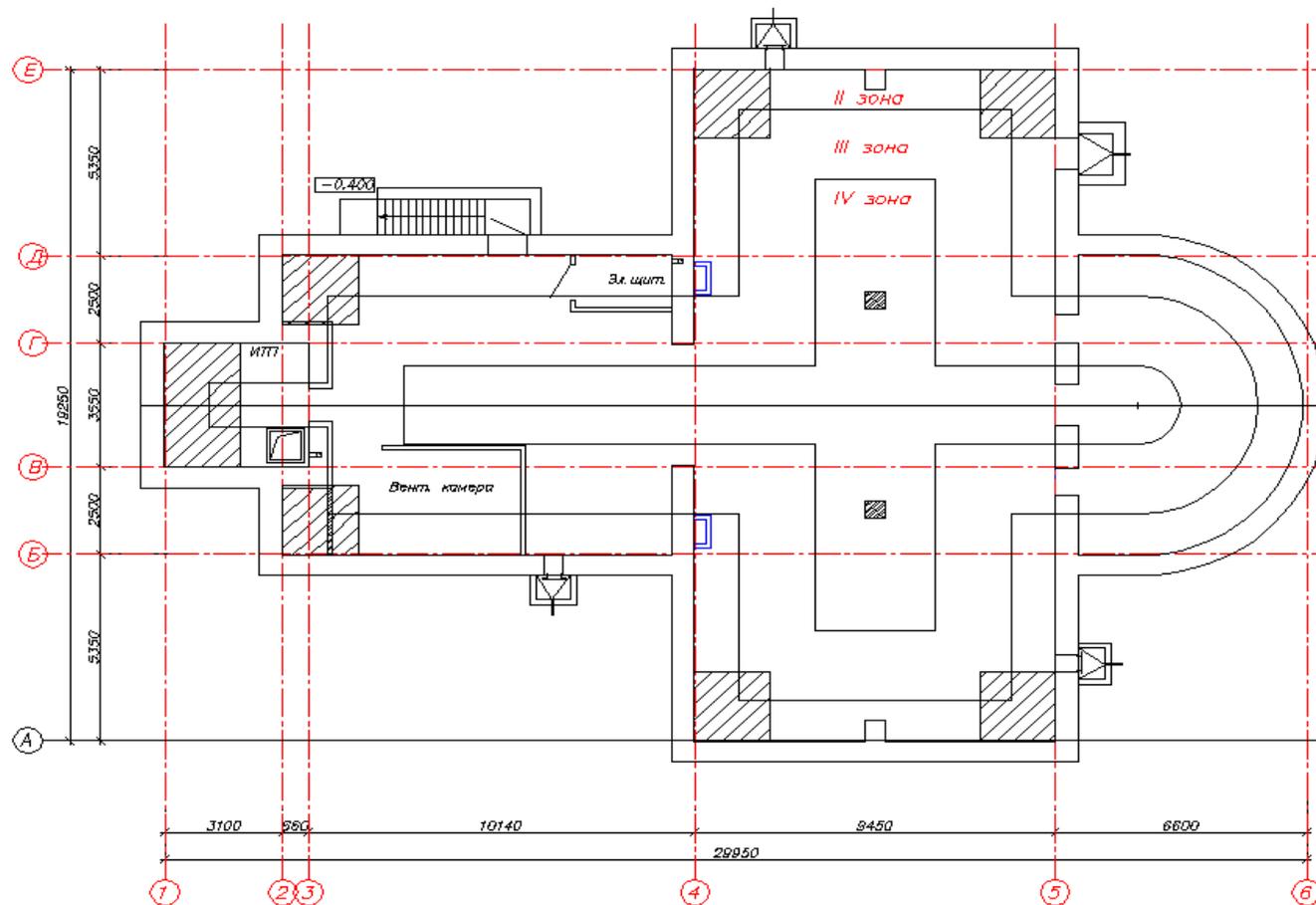


Рисунок 2.2 – Разбивка на зоны отапливаемого подвала

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

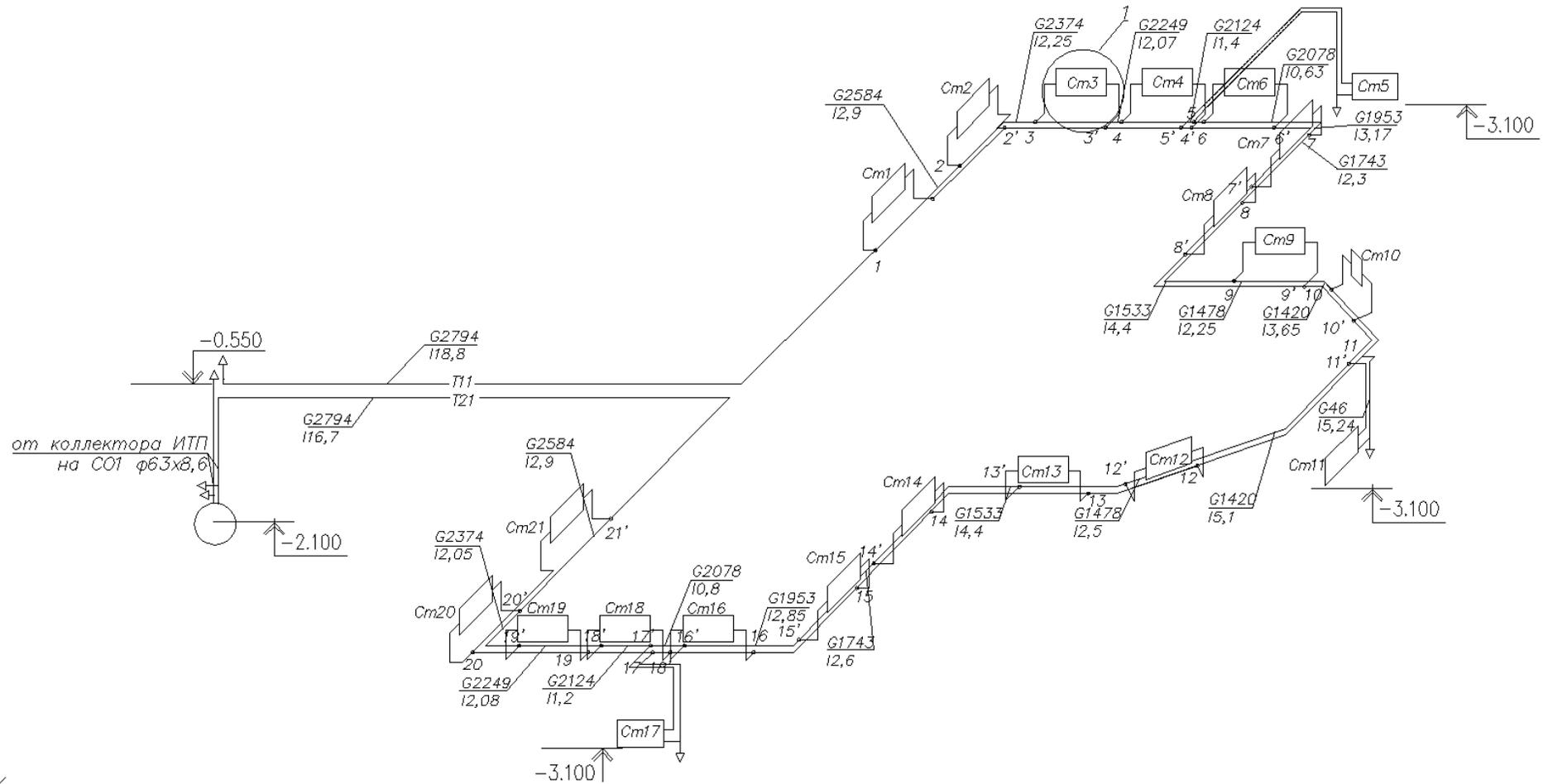


Рисунок Г.1 – Расчетная схема СО1

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

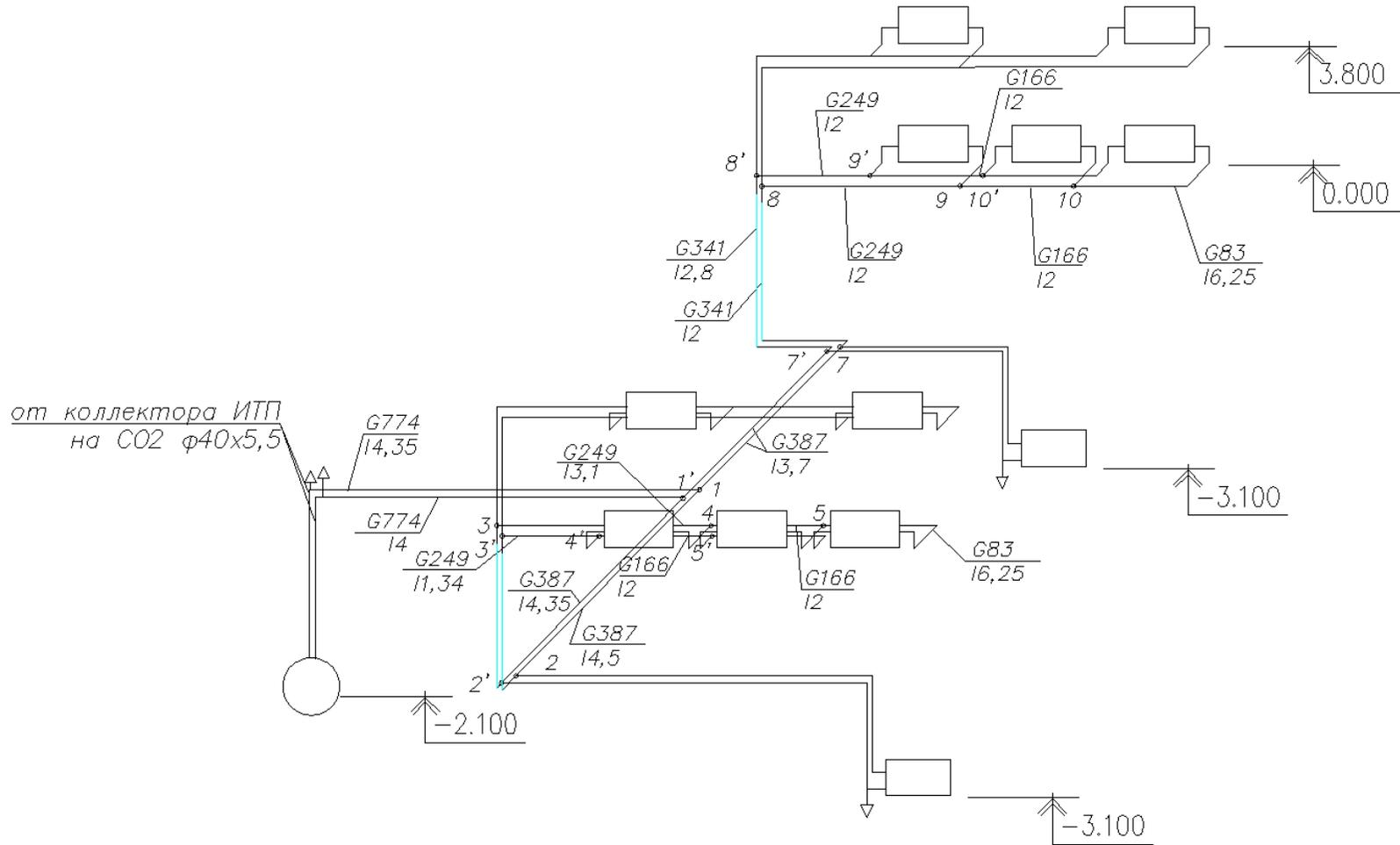


Рисунок Д.1 – Расчетная схема CO2

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Г.1 – Гидравлический расчет системы СО1

№уч.	G, кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	R _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
ГЦК, ΔP _p =9378Па												
1	2794	18,8	59,29	50x6,9	127	0,7	0,294	723,0	7,2	2,1	725,1	отвод -1,1x2, вентиль - 5
1-2	2584	2,9		50x6,9	95	0,6	0,216	275,5	1,1	0,2	275,7	тройник на проход - 1,1
2-3	2374	2,25		40x5,6	293	0,9	0,486	659,3	3,1	1,5	660,8	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
3-4	2249	2,07		40x5,6	212	0,8	0,384	439,9	1,1	0,4	440,3	тройник на проход - 1,1
4-5	2124	1,4		40x5,6	212	0,8	0,384	296,8	1,1	0,4	297,2	тройник на проход - 1,1
5--6	2078	0,63		40x5,6	212	0,8	0,384	133,6	1,1	0,4	134,0	тройник на проход - 1,1
6-7	1953	3,17		40x5,6	139	0,6	0,216	440,6	3,1	0,7	441,3	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
7-8	1743	2,3		40x5,6	139	0,6	0,216	319,7	1,1	0,2	319,9	тройник на проход - 1,1
8-9	1533	4,4		40x5,6	83	0,5	0,15	365,2	3,1	0,5	365,7	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
9-10	1478	2,55		40x5,6	83	0,5	0,15	211,7	1,7	0,3	211,9	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
10-11	1420	3,65		40x5,6	83	0,5	0,15	303,0	1,7	0,3	303,2	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6

Продолжение табл. Е.1

№уч.	G, кг/ч	l, м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	v, м/с	Rд, Па	R*l, Па	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11-11'	46	5,24	59,29	16x2,3	15	0,2	0,024	78,6	30	0,7	79,3	тройник на поворот - 3,2x2 , отвод 90' - 2x5, кран - 13, радиатор - 1
11'-12'	1420	5,1		40x5,6	83	0,5	0,15	423,3	1,7	0,3	423,6	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
12'-13'	1478	2,495		40x5,6	83	0,5	0,15	207,1	1,7	0,3	207,3	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
13'-14'	1533	4,4		40x5,6	83	0,5	0,15	365,2	3,1	0,5	365,7	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
14'-15'	1743	2,6		40x5,6	139	0,6	0,216	361,4	1,1	0,2	361,6	тройник на проход - 1,1
15'-16'	1953	2,85		40x5,6	139	0,6	0,216	396,2	3,1	0,7	396,8	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
16'-17'	2078	0,8		40x5,6	212	0,8	0,384	169,6	1,1	0,4	170,0	тройник на проход - 1,1
17'-18'	2124	1,2		40x5,6	212	0,8	0,384	254,4	1,1	0,4	254,8	тройник на проход - 1,1
18'-19'	2249	2,075		40x5,6	212	0,8	0,384	439,9	1,1	0,4	440,3	тройник на проход - 1,1
19'-20'	2374	2,04		40x5,6	293	0,9	0,486	597,7	3,1	1,5	599,2	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
20'-21'	2584	2,9		50x6,9	95	0,6	0,216	275,5	1,1	0,2	275,7	тройник на проход - 1,1
											8753,0	
												((9378-8753/9378)*100%=7%

Продолжение табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЦК через стояк 1, $\Delta P_p=4298\text{Па}$												
1-2'	210	5	94,5	20x2,8	134	0,4	0,096	670,0	30	2,9	672,9	тройник на поворот - 3,2x2 , отвод 90' - 2x5, кран - 13, балансировочный клапан - , радиатор - 1
2'-3'	420	2,4		25x3,5	155	0,5	0,15	372,0	1,1	0,2	372,2	тройник на проход - 1,1
3'-5'	545	1,85		25x3,5	206	0,6	0,216	381,1	1,1	0,2	381,3	тройник на проход - 1,1
5'-4'	670	0,3		32x4,5	97	0,4	0,096	29,1	1,1	0,1	29,2	тройник на проход - 1,1
4'-6'	716	2		32x4,5	119	0,5	0,15	238,0	1,1	0,2	238,2	тройник на проход - 1,1
6'-7'	841	2,9		32x4,5	119	0,5	0,15	345,1	3,1	0,5	345,6	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
7'-8'	1051	1,8		32x4,5	247	0,7	0,294	444,6	1,1	0,3	444,9	тройник на проход - 1,1
8'-9'	1261	5,75		40x5,6	139	0,6	0,216	799,3	3,1	0,7	799,9	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
9'-10'	1316	2,9		40x5,6	139	0,6	0,216	403,1	1,7	0,4	403,5	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
10'-11'	1374	1,7		40x5,6	139	0,6	0,216	236,3	1,7	0,4	236,7	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
											3924,3	
											запас $((4298-3924)/4298)*100\%=9\%$	

Продолжение табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЦК через стояк 18, $\Delta P_p=3650\text{Па}$												
11-12	1374	3,7	102	40x5,6	139	0,6	0,216	514,3	1,7	0,4	514,7	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6

12-13	1316	2,5		40x5,6	139	0,6	0,216	347,5	1,7	0,4	347,9	тройник на проход - 1,1 , отвод 45' - 0,6
13-14	1261	3,5		40x5,6	139	0,6	0,216	486,5	3,1	0,7	487,2	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
14-15	1051	2		32x4,5	247	0,7	0,294	494	1,1	0,3	494,3	тройник на проход - 1,1
15-16	841	2,5		32x4,5	119	0,5	0,15	297,5	3,1	0,5	298,0	тройник на проход - 1,1 , отвод 90' - 2
16-18	716	1,7		32x4,5	119	0,5	0,15	202,3	1,1	0,2	202,5	тройник на проход - 1,1
18-17	670	0,16		32x4,5	97	0,4	0,096	15,52	1,1	0,1	15,6	тройник на проход - 1,1
17-19	545	1,5		25x3,5	206	0,6	0,216	309	1,1	0,2	309,2	тройник на проход - 1,1
19-20	420	2,3		25x3,5	155	0,5	0,15	356,5	1,1	0,2	356,7	тройник на проход - 1,1
20-21'	210	4		20x2,8	134	0,4	0,096	536	30	2,9	538,9	тройник на поворот - 3,2x2 , отвод 90' - 2x5, кран - 13 , радиатор - 1
											3564,9	
												((3650-3565)/3650)*100%=2%

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж.1– Гидравлический расчет системы CO2

№уч.	G, кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	R _д , Па	R*I, Па	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ГЦК, ΔP _p =3426Па												
1	774	4,35	59,8	32x4,5	119	0,5	0,15	517,65	7	1,05	518,7	отвод 90' - 2, вентиль - 5

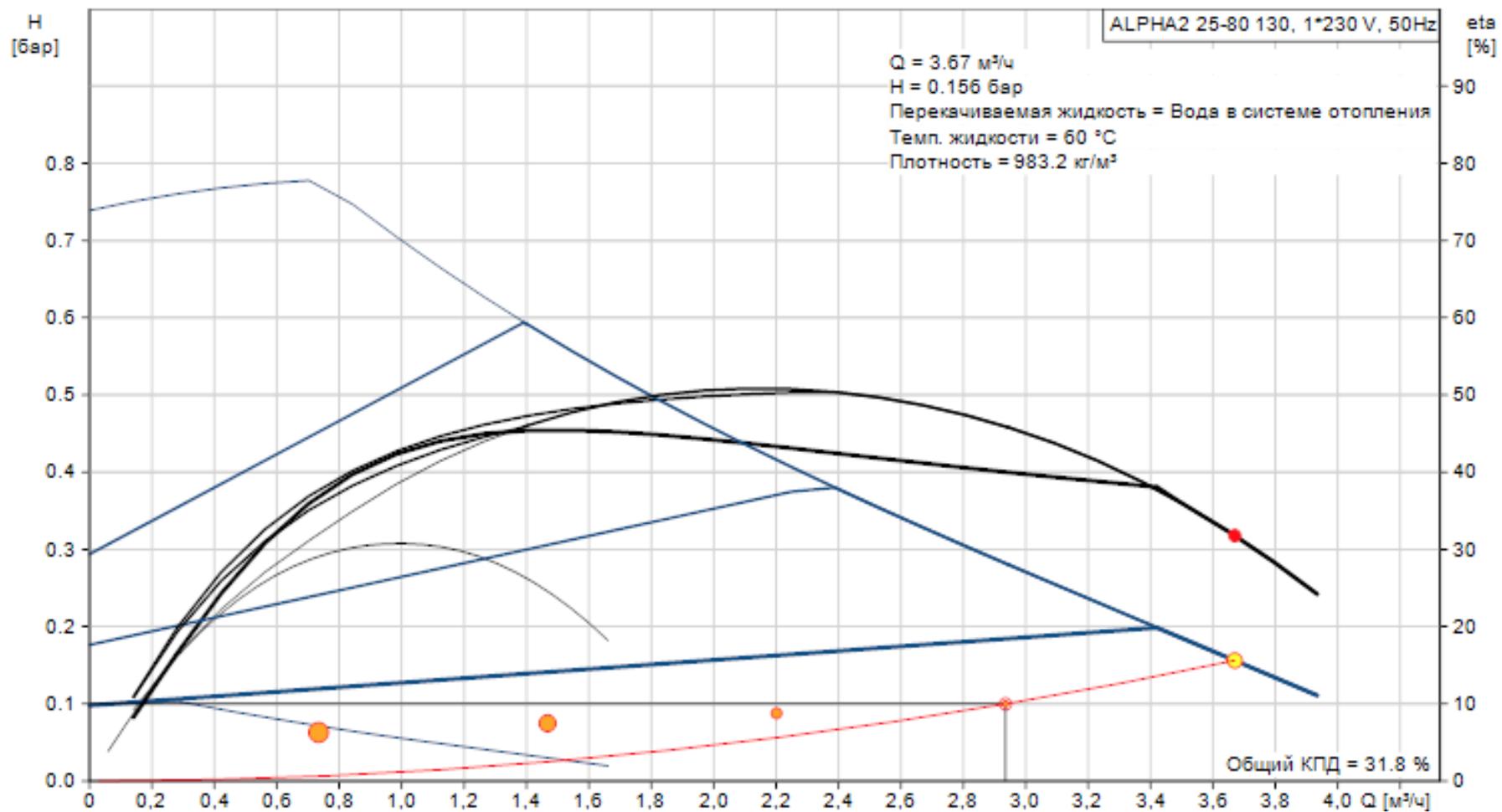
1-2	387	4,5		25x3,5	111	0,4	0,096	499,5	6,5	0,624	500,1	вентиль - 5, тройник на разделение потоков - 1,5
2-3	341	0,55		25x3,5	92	0,4	0,096	50,6	2	0,192	50,8	отвод 90' - 2
3-4	249	3,1		25x3,5	62	0,4	0,096	192,2	1,7	0,1632	192,4	тройник на поворот - 1,7
4-5	166	2		20x2,8	98	0,4	0,096	196	1,1	0,1056	196,1	тройник на проход - 1,1
5-5'	83	6,25		16x2,3	61	0,3	0,054	381,25	18,5	0,999	382,2	тройник на проход - 3,05 , отвод 90' - 2x5, кран - 13, тройник на поворот - 4,45 , радиатор - 1,
5'-4'	166	2		20x2,8	98	0,4	0,096	196	1,1	0,1056	196,1	тройник на проход - 1,1
4'-3'	249	1,34		25x3,5	62	0,4	0,096	83,08	1,7	0,1632	83,2	тройник на поворот - 1,7
3'-2'	341	0,55		25x3,5	92	0,4	0,096	50,6	2	0,192	50,8	отвод 90' - 2
2'-1'	387	4,35		25x3,5	111	0,4	0,096	482,85	6,1	0,5856	483,4	вентиль - 5, тройник на слияние потоков - 1,1
1'	774	4		32x4,5	119	0,5	0,15	476	7	1,05	477,1	отвод 90' - 2, вентиль - 5

Продолжение табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЦК, ΔPp=3426Па												
1	774	4,35	59,8	32x4,5	119	0,5	0,15	517,65	7	1,05	518,7	отвод 90' - 2, вентиль - 5
1-7	387	3,7		32x4,5	48	0,4	0,096	177,6	6,5	0,624	178,2	вентиль - 5, тройник на разделение потоков - 1,5
7-8	341	2		25x3,5	92	0,4	0,096	184	4	0,384	184,4	отвод 90' - 2x2
8-9	249	2		25x3,5	62	0,4	0,096	124	1,7	0,1632	124,2	тройник на поворот - 1,7
9-10	166	2		20x2,8	98	0,4	0,096	196	1,1	0,1056	196,1	тройник на проход - 1,1

10-10'	83	6,25		16x2,3	61	0,3	0,054	381,25	18,5	0,999	382,2	тройник на проход - 3,05 , отвод 90' - 2x5, кран - 13, тройник на поворот - 4,45 , радиатор - 1,
10'-9'	166	2		20x2,8	98	0,4	0,096	196	1,1	0,1056	196,1	тройник на проход - 1,1
9'-8'	249	2		25x3,5	62	0,4	0,096	124	1,1	0,1056	124,1	тройник на поворот - 1,7
8'-7'	341	2,8		25x3,5	92	0,4	0,096	257,6	4	0,384	258,0	отвод 90' - 2x2
7'-1'	387	3,7		32x4,5	48	0,4	0,096	177,6	6,1	0,5856	178,2	вентиль - 5, тройник на слияние потоков - 1,1
1'	774	4		32x4,5	119	0,5	0,15	476	7	1,05	477,1	отвод 90' - 2, вентиль - 5
(3131-2975/3129)*100%=5%												

ПРИЛОЖЕНИЕ И



Рисун

ок И.1 – Характеристика насоса Grundfos ALPHA2 25-80 130

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица К.1 – Расчет теплоступлений от солнечной радиации в центральной части храма

	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													
qвп	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100	59
qвр	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17	8
F, м2	13,7													
k1	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
k2	0,9													
Всз	1													
Qсол	1242,8	1178,13	1100,45	1048,6	1035,72	1035,72	1048,6	1100,4	1178,13	1242,8	943,2	1265	649,1	371,7
	Юг													
qвп	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-	-
qвр	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10	3
F, м2	13,7													
k1	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
k2	0,9													
Всз	1													
Qсол	887,76	1581,32	2230,4	2768,70	3035	3035	2768,7	2230,49	1581,32	887,76	1035,7	556,69	129,46	38,839
Qср	2130,6	2759,45	3330,94	3817,36	4070,74	4070,74	3817,3	3330,94	2759,4	2130,6	1978,9	1821,75	778,63	410,58

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Таблица Л.1 - Расчет теплоступлений от солнечной радиации в алтаре

	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
	Северо-Восток													
qвп	418	281	119	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qвр	143	130	107	93	87	85	84	81	79	72	59	37	12	6
F, м2	2,093													
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													
Всз	1													
Qсол	475,54	110,20	90,70	78,83	172,08	168,12	166,14	160,21	156,25	142,41	50,01	73,18	23,73	11,87
	Юго-Восток													
qвп	457	521	518	465	373	230	65	0	0	0	0	0	0	0
qвр	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12	5
F, м2	2,09													
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	0,90													
Всз	1													
Qсол	513,68	572,17	565,39	505,21	414,51	283,97	138,17	181,97	168,12	144,39	114,72	69,23	23,73	9,89
Qср	989,23	682,37	656,09	584,04	586,58	452,09	304,31	342,17	324,37	286,79	164,73	142,41	47,47	21,76

ПРИЛОЖЕНИЕ М

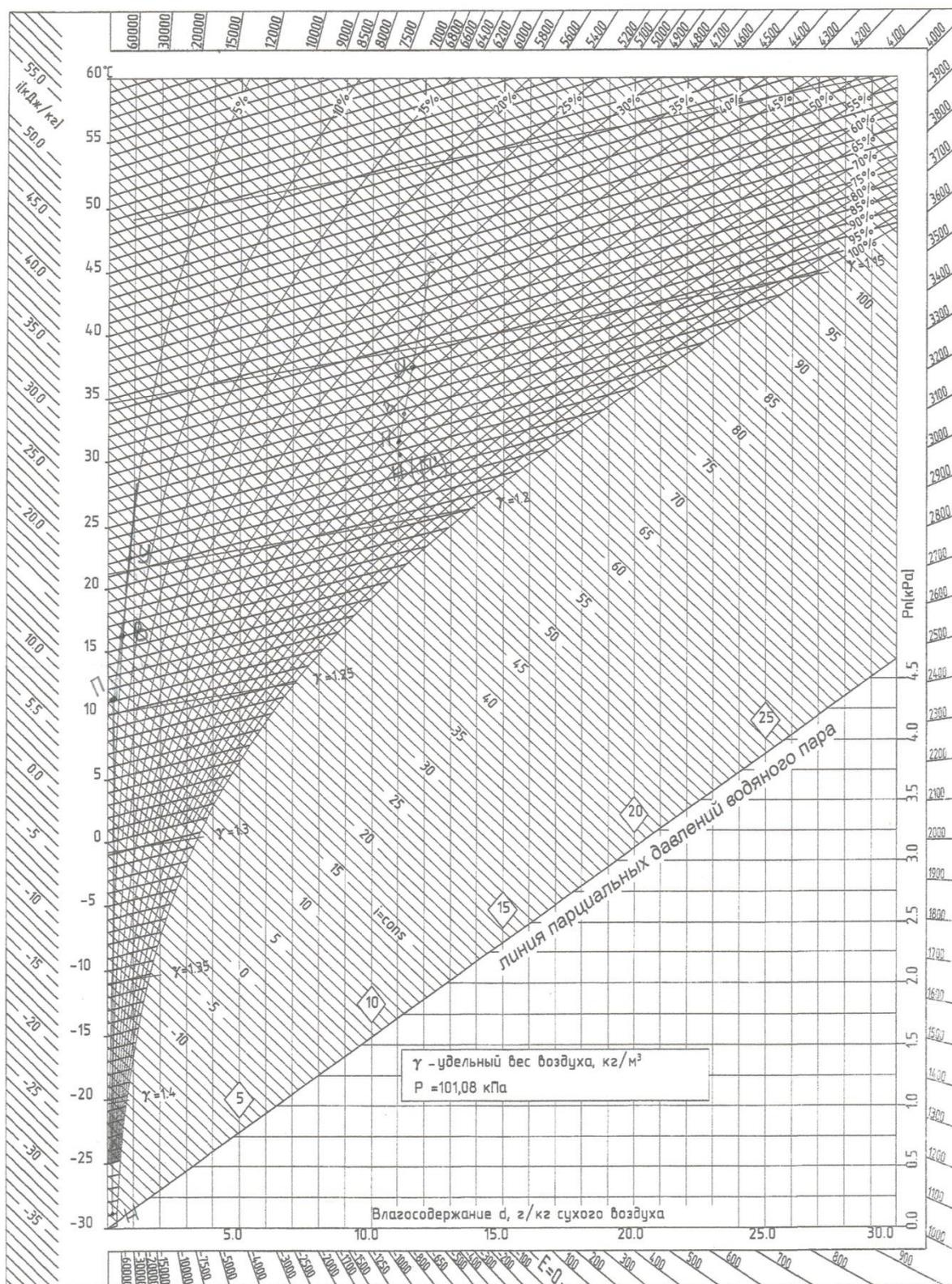


Рисунок М.1 - I-d диаграмма для теплого и холодного периода для П1

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Технические характеристики приточной установки



ООО «ВЕЗА»

111397, Москва, Зеленый пр-т, д.20, 6 этаж
Тел: +7(495)989-47-20; Факс: +7(495)626-99-02
veza@veza.ru

Проект: Вентиляция

Объект: Храм в честь св. преп. Серафима	Название: ПУ1
Заказчик: -	Производительность: 12611 м3/ч
Исполнитель: Клепикова	Свободный напор: 344 Па

Характеристики входящего оборудования

1. Фильтр канальный прямоугольный Канал-ФКП панельный Индекс: Канал-ФКП-100-50-G4; Класс: G4; dPв=301,2 Па; L=240 мм; m=12,4 кг	
2. Вентилятор канальный прямоугольный Канал-ПКВ Индекс: Канал-ПКВ-100-50-4-380 Lв=12611 куб.м./ч; Рсеть=344 Па Эл.двиг: Nv=4,3 кВт; Упит~380 В; Ипот=6,8 А L=1210 мм; m=122,0 кг	
3. Воздуонагреватель канальный водяной Канал-КВН Индекс: Канал-КВН-100-50-3; Qt=138,7 кВт; twн=-27 °С; twк= 6 °С; Gж=3400,0 кг/ч; twн=150 °С; twк=70 °С; dPж=17,2 кПа; dPв=283,9 Па; L=180 мм; m=20,6 кг	
4. Шумоглушитель канальный пластинчатый Канал-ГКП Индекс: Канал-ГКП-100-50; dPв=81,2 Па; L=1060 мм; m=70,0 кг	
5. Клапан утепленный воздушный Канал-Гермик-С Индекс: Канал-Гермик-С-100-50-M220; Привод: M220; dPв=14,6 Па; Нагрев=0,1170 кВт; L=160 мм; m=20,3	
6. Клапан обратный лепестковый Канал-КОЛ Индекс: Канал-КОЛ-100-50; dPв=112,5 Па; L=125 мм; m=5,3 кг	
7. Решетка канальная нерегулируемая оцинкованная Канал-РКО Индекс: Канал-РКО-100-50; dPв=145,2 Па; L=30 мм; m=8,7 кг	

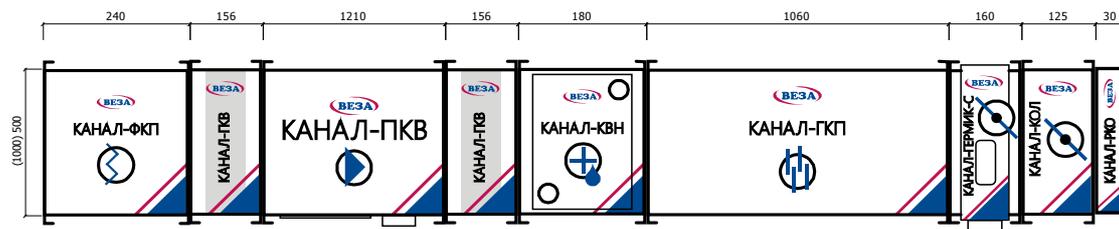
Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм.
На входе	76	90	82	77	76	70	67	65	81
На выходе	80	87	75	63	44	36	44	47	73
К окружению	75	81	70	64	64	62	61	58	71

Примечание:

При заказе установки без комплекта автоматики производитель не несет ответственности за размораживание водяного нагревателя.

Габаритная схема



Комплект автоматики:

Канал-САУ-ВН-10-0-3ф(6,8)-0-0-0-0-0-1-0-Plast

Дополнительное оборудование:

Узел водосмесительный (теплоноситель): УВС-1-1П

Гибкие вставки приточного вентилятора: Канал-ГКВ-100-50 - 2 шт.

ПРИЛОЖЕНИЕ П

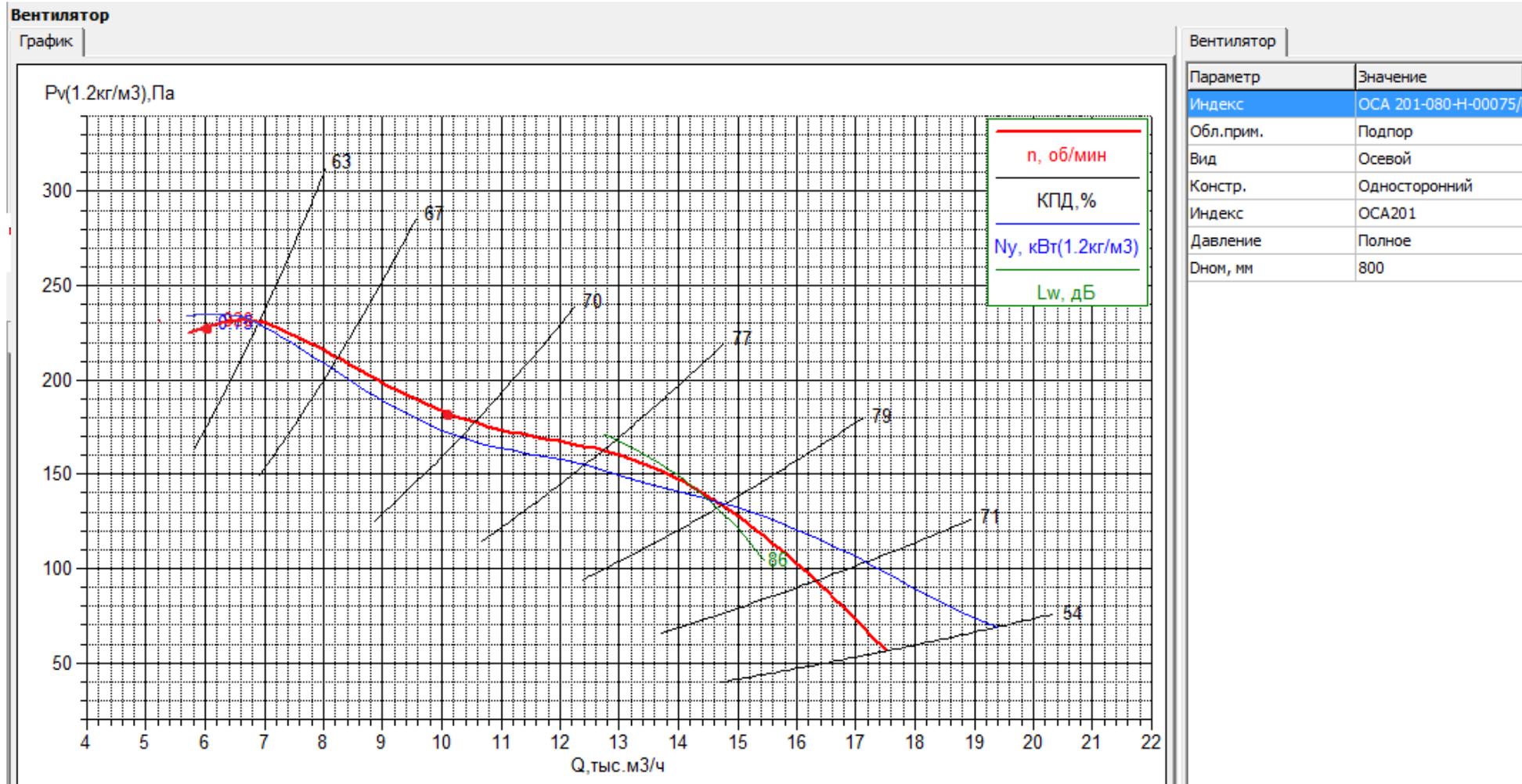


Рисунок П.3 – Характеристика осевого вентилятора ОСА 201-080-Н-00075 .