

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

(институт)

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему: г. о. Тольятти. Автосалон "Opel". Отопление и вентиляция.

Студент(ка)

И. В. Королева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

О. А. Сизенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А. В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

И. Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой 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)

"Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение"

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М. Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » ____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Королева Ирина Владимировна

1. Тема г. о. Тольятти. Автосалон "Opel". Отопление и вентиляция.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 10.06.16 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе архитектурно-планировочные чертежи; технические условия подключения теплоснабжения

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Теплотехнический расчет; отопление; вентиляция и кондиционирование; автоматизация; организация монтажных работ; безопасность и экологичность технического объекта

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Общие данные; планы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха на отм. 0.000, 0.600, 3.300; схемы систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха; схема системы теплоснабжения установок и узла ввода

6. Консультанты по разделам А. В. Щипанов

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

О. А. Сизенко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

И. В. Королева

(И.О. Фамилия)

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
(институт)
оснабжение, вентиляция, водоснабжение и водос
(кафедра)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения бакалаврской работы

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные	26.04.16 г.	26.04.16 г.	выполнено	
Теплотехнический расчет	3.05.16 г.	3.05.16 г.	выполнено	
Отопление	17.05.16 г.	17.05.16 г.	выполнено	
Вентиляция и кондиционирование	30.05.16 г.	30.05.16 г.	выполнено	
Автоматизация	30.05.16 г.	30.05.16 г.	выполнено	
Организация монтажных работ	24.05.16 г.	24.05.16 г.	выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	1.06.16 г.	1.06.16 г.	выполнено	

Задание принял к исполнению

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте запроектированы системы отопления, вентиляции и кондиционирования в автосалоне "Opel", располагающемся в г. о. Тольятти.

Основные разделы содержат основную информацию по проекту, а именно: теплотехнический расчет ограждающих конструкций, тепловой баланс для зоны предпродажной подготовки, мойки и выставочного зала. Также один из основных разделов включает гидравлический и тепловой расчет системы отопления. Определены требуемые воздухообмены и выполнен аэродинамический расчет. Рассчитано и подобрано оборудование для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Произведен расчет и подбор воздушно-тепловых завес.

Рассмотрены принципы работы автоматизации приточных установок. В разделе организация монтажных работ определены объемы и трудоемкости строительно-монтажных работ системы отопления, описана технология выполнения монтажа и пуско-наладочных работ. Разработаны комплекс мер по безопасности ведения монтажных работ на объекте.

ВВЕДЕНИЕ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	7
1.1 Архитектурно - планировочные решения здания	7
1.2 Параметры наружного воздуха	8
1.3 Параметры внутреннего воздуха	9
1.4 Описание технологических процессов	10
1.5 Источник теплоснабжения и холодоснабжения	10
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	11
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	11
2.2 Определение теплопотерь здания	13
2.3 Расчет теплоступлений. Тепловой баланс	14
3. ОТОПЛЕНИЕ	20
3.1 Конструирование систем отопления	20
3.2 Гидравлический расчет систем отопления	21
3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов	22
3.4 Расчет и подбор оборудования. Механический расчет систем отопления	23
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ	26
4.1 Определение требуемых воздухообменов	26
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование	34
4.3 Аэродинамический расчет	34
4.4 Расчет и подбор оборудования	37
4.5 Расчет и подбор воздушно - тепловых завес	43
5. АВТОМАТИЗАЦИЯ	44
6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	47
7. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

В современном строительстве жилые, общественные и административно-бытовые здания снабжаются всеми необходимыми инженерными системами и установками, которые поддерживают нормируемые метеорологические условия и чистоту воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне.

Процесс поддержания внутренней температуры на заданном уровне называется отоплением. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивают необходимое санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды.

Проектируемый автосалон предназначен для продажи и предпродажной подготовки легковых автомобилей марки "Opel". Следовательно необходимо создать микроклимат в помещениях автосалона для того, чтобы клиенты чувствовали себя комфортно при выборе и покупке своего автомобиля.

Целью данного проекта является разработка систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха для автосалона "Opel".

Для того чтобы достичь цели необходимо решить следующие задачи:

- провести теплотехнический расчет, определив теплотери и теплопоступления;
- запроектировать систему отопления: произвести гидравлический и тепловой расчеты;
- разработать системы вентиляции и кондиционирования воздуха, определив при этом требуемые воздухообмены и выполнив аэродинамический расчет и расчет оборудования;
- рассмотреть принципы работы автоматизации;
- определить объемы и трудоемкости строительно-монтажных работ;
- разработать комплекс мер по безопасности ведения монтажных работ на проектируемом объекте.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Архитектурно - планировочные решения здания

Проектируемый объект – "Автосалон Opel", располагающийся в г.о. Тольятти.

Здание автосалона в плане имеет прямоугольную форму с размерами в осях 18,5х48,0м, высотой до низа ферм 5,655м. На отм. + 3.300 в осях 1-3/Г-Е имеется антресоль. Главный вход в здание расположен в осях 1-2/А. Предусмотрены ворота подъемно-секционные (четыре шт.) по оси 3 и К с калитками, отдельный вход в помещение предпродажной подготовки по оси К.

Ориентация главного фасада - юг.

Высота от уровня пола 1-го этажа до парапета здания – 8.300 м.

Высота от пола до низа ферм: 1-го этажа на отм. 0.000 – 5655 мм;
1-го этажа на отм. +0.600 – 5055 мм; антресоли на отм. +3.300 – 2355 мм.

Площадь застройки здания - 933.3 м². Этажность - два этажа.

Здание представляет собой объем с максимально остекленным главным фасадом. Предусматривается остекление алюминиевыми витражами для естественного освещения помещений.

Кровля выполнена плоская с разуклонкой к воронкам.

Здание имеет металлический каркас. Наружные стены запроектированы панельного типа «Сэндвич» по металлическим прогонам, толщиной 120 мм. Внутренние перегородки кирпичные толщиной 120 мм и сборные гипсокартонные перегородки по типу «Кнауф», а также из сэндвич-панелей $\delta=50$ мм в зоне предпродажной подготовки. Снижение уровня шума в помещениях на антресоли обеспечено применением в конструкции перегородок из гипсокартона системы «Кнауф» шумоизолирующего материала (минваты), окон из алюминиевых профилей с двухкамерным стеклопакетом. Подробный состав наружных стен, покрытия и перекрытия представлены в таблицах 2.1-2.3.

На первом этаже в осях 1-3/А-Е расположены демонстрационно-выставочный (торговый) зал автомобилей, места менеджеров-продавцов, мастера-приемщика и отдела запасных частей. Общие количество

работающих – пятнадцать человек. В торговом зале предусмотрено шесть машиномест.

В осях 1-3/Е-К на отм. +0.600 располагается зона предпродажной подготовки автомобилей. Клиентские зоны расположены в выставочном зале и на антресоли на отм. +3.300, также здесь располагаются комнаты для переговоров, санузлы и душевые для персонала.

1.2 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха принимаются в соответствии с [1].

Согласно [13] заданные параметры микроклимата в помещениях жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий следует обеспечивать в пределах расчетных параметров наружного воздуха для соответствующих районов строительства, принятых, как правило, по [1]:

параметров А - для систем вентиляции и воздушного душирования в теплый период года;

параметров Б - для систем отопления, вентиляции и воздушного душирования в холодный период года, а также для систем кондиционирования в теплый и холодный периоды года.

Параметры Б:

Для холодного периода:

- Расчетная температура для проектирования систем отопления (коэффициент обеспеченности 0,92) $t_{p.o} = -30^{\circ}\text{C}$;
- Удельная энтальпия $I = -29$ кДж/кг.
- Максимальная из средних скоростей по румбам за январь $v = 5,4$ м/с;
- Продолжительность отопительного периода $Z_{от} = 203$ сут.;
- Средняя температура отопительного периода $t_{от.} = -5,2^{\circ}\text{C}$;
- Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца $\varphi = 78$ %;

Параметры А:

Для теплого периода:

- Температура воздуха обеспеченностью 0,95 $t = 24,6^{\circ}\text{C}$;
- Удельная энтальпия $I = 48,4$ кДж/кг;
- Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль $v = 3,2$ м/с;

По количеству атмосферных осадков район относится к сухой зоне влажности, согласно [3 прил. В].

Географическая широта 53° с.ш.

1.3 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха принимаются в соответствии с [2]:

В холодный период года:

- в помещении предпродажной подготовки и в мойке (доп.) $t = 16^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 60\%$, $v \leq 0,3$ м/с.
- в выставочном зале (опт.) $t = 18^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 45\%$, $v \leq 0,2$ м/с.
- в административных помещениях (доп.) $t = 19^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 60\%$, $v \leq 0,3$ м/с.
- в туалетах $t = 16^{\circ}\text{C}$;
- в душе $t = 18^{\circ}\text{C}$.

Влажностный режим помещений [3 табл. 1]:

- в помещениях предпродажной подготовки - нормальный;
- в выставочном зале - сухой.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций [3 табл. 2]:

- в помещениях предпродажной подготовки - А;
- в выставочном зале - А.

В теплый период года:

- в помещении предпродажной подготовки и в мойке (доп.) $t = 27^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 65\%$, $v \leq 0,25$ м/с.
- в выставочном зале (опт.) $t = 21^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 65\%$, $v \leq 0,25$ м/с.

Влажностный режим помещений [3 табл. 1]:

- в помещениях предпродажной подготовки - влажный;
- в выставочном зале - нормальный.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций [3 табл. 2]:

- в помещениях предпродажной подготовки - Б;
- в выставочном зале - А.

1.4 Описание технологических процессов

В зоне предпродажной подготовки в осях 2-3/И-К располагается автомобильная мойка, основными вредными выделениями которой является влага, два подъемника, диагностическое оборудование, вредными выделениями которых является теплота. Также в зоне предпродажной подготовки выделяются выхлопные газы от автомобилей. Основными вредностями выделяемыми от других помещений проектируемого здания являются теплота и влага.

1.5 Источник теплоснабжения и холодоснабжения

Теплоснабжение объекта осуществляется от Тольяттинской ТЭЦ с параметрами теплоносителя 150-70 °С. Теплоноситель в само здание проектируемого автосалона поступает транзитом через здание автосалона "Chevrolet", в котором находится узел управления, где параметры теплоносителя снижаются до 90-70 °С.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Расчет выполняется согласно методике [3].

$$ГСОП = (16 + 5,2) \cdot 203 = 4304 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут/год.}$$

а) Теплотехнический расчет наружных стен:

Наружные стены запроектированы панельного типа «Сэндвич» по металлическим прогонам, толщиной 120 мм.

Таблица 2.1 - Состав наружных стен.

№ слоя	Материалы слоев в конструкции ограждения	δ - толщина слоя, м	Теплопроводность λ , Вт/(м $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$)
1	Сталь	0,0008	58
2	Минеральная вата	0,12	0,045
3	Сталь	0,0008	58

$$R_{\text{тр}}^{\text{ст}} = 2,5 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт [3, табл.3].}$$

$$R_{\text{ф}}^{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0008}{58} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{0,0008}{58} + \frac{1}{23} = 2,83 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт.}$$

$R_{\text{ф}}^{\text{ст}} = 2,83 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт} > R_{\text{тр}}^{\text{ст}} = 2,5 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$, следовательно сопротивление наружных стен теплопередаче достаточно.

$$k = \frac{1}{2,83} = 0,35 \text{ Вт / (м}^2\cdot^{\circ}\text{C}).$$

б) Теплотехнический расчет покрытия:

Таблица 2.2 - Состав покрытия

№ слоя	Материалы слоев в конструкции ограждения	δ - толщина слоя, м	Теплопроводность λ , Вт/(м $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$)
1	Сталь	0,0008	58
2	Полиэтиленовая пленка	0,0001	0,28
3	Утеплитель "РУФ БАТТС Н"	0,11	0,046
4	Утеплитель "РУФ БАТТС В"	0,04	0,048
5	ПВХ мембрана	0,00015	0,17

$$R_{\text{тр}}^{\text{пок.}} = 3,32 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт [3, табл.3].}$$

$$R_{\phi}^{\text{пок.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0008}{58} + \frac{0,0001}{0,28} + \frac{0,11}{0,046} + \frac{0,04}{0,048} + \frac{0,00015}{0,17} + \frac{1}{23} = 3,38 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт.}$$

$R_{\phi}^{\text{пок.}} = 3,38 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт} > R_{\text{тр}}^{\text{пок.}} = 3,32 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$, следовательно сопротивление покрытия теплопередаче достаточно.

$$k = \frac{1}{3,38} = 0,3 \text{ Вт / (м}^2\cdot\text{°C)}.$$

в) Теплотехнический расчет перекрытия:

Таблица 2.3 - Состав перекрытия

№ слоя	Материалы слоев в конструкции ограждения	δ - толщина слоя, м	Теплопроводность λ, Вт/(м · °C)
1	Железобетон	0,2	2,04
2	Плиты жесткие минераловатные	0,08	0,029
3	Цементная штукатурка	0,03	0,76
4	Керамогранитная плитка	0,01	0,35

$$R_{\text{тр}}^{\text{перек.}} = 2,81 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт [3, табл.3].}$$

$$R_{\phi}^{\text{перек.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,08}{0,029} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,01}{0,35} + \frac{1}{12} = 3,12 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт.}$$

$R_{\phi}^{\text{перек.}} = 3,12 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт} > R_{\text{тр}}^{\text{перек.}} = 2,81 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$, следовательно сопротивление перекрытия теплопередаче достаточно.

$$k = \frac{1}{3,12} = 0,32 \text{ Вт / (м}^2\cdot\text{°C)}.$$

г) Теплотехнический расчет окон:

В данном проекте применяются окна из алюминиевых профилей с поворотно-откидным открыванием, с двухкамерным стеклопакетом. Для заполнения светопрозрачной части окон и витражей применяем стекло Т-40 толщиной 6 мм. Нормируемое сопротивление теплопередачи $R_{\phi}^{\text{ок}}$ окон 0,45 (м²·°C)/Вт.

$$R_{\text{тр}}^{\text{ок.}} = 0,42 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт [3, табл.3].}$$

$R_{\phi}^{\text{ок.}} = 0,45 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт} > R_{\text{тр}}^{\text{ок.}} = 0,42 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$, следовательно сопротивление окон теплопередаче достаточно.

$$k = \frac{1}{0,45} = 2,22 \text{ Вт / (м}^2\cdot\text{°C)}.$$

2.2 Определение теплотерь здания

Основные потери теплоты через наружные ограждения [8] определяются по формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_b - t_n)(1 + \Sigma \beta) \cdot n, \quad (2.1)$$

где k - коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт / (м²·°C);

F - площадь ограждающих конструкций, м²;

n - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

t_n - расчетная температура наружного воздуха, °C;

β - добавочные теплотери.

Инфильтрация не учитывается т.к. механическая вентиляция создает избыточное давление в здании и проникновение воздуха через неплотности ограждения (инфильтрация) невозможно.

Расчет теплотерь через полы

Расчет теплотерь через полы ведется по зонам.

Так как в проектируемом здании полы утепленные, то термическое сопротивление теплопередаче, R_i , каждой зоны будет равно:

$$R_I = 2,1 + \frac{0,08}{0,029} = 4,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} - \text{для I-ой зоны}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,08}{0,029} = 7,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} - \text{для II-ой зоны}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,08}{0,029} = 11,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} - \text{для III-ей зоны}$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,08}{0,029} = 17 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} - \text{для IV-ой зоны}$$

Величины потерь тепла каждой зоной в зоне предпродажной подготовки:

$$Q_I^{(2)} = (1/4,9) \cdot 40,6 \cdot (16 + 30) = 374 \text{ Вт};$$

$$Q_{II}^{(2)} = (1/7,1) \cdot 40,6 \cdot (16 + 30) = 261 \text{ Вт};$$

$$Q_{III}^{(2)} = (1/11,4) \cdot 40,6 \cdot (16 + 30) = 168 \text{ Вт};$$

$$Q_{IV}^{(2)} = (1/17) \cdot 146,2 \cdot (16 + 30) = 404 \text{ Вт}.$$

Общие теплотери через полы в зоне предпродажной подготовки: $Q^{(2)} = 1207 \text{ Вт}$.

Аналогично определяются теплотери через полы в шоуруме и в мойке.

Результаты расчета тепловых потерь сведены в таблицу 2.4.

2.3 Расчет теплоступлений. Тепловой баланс

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

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad (2.2)$$

где q - удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел. [4];

n - количество человек, одновременно находящихся в помещении.

В выставочном зале находятся одновременно три человека работающих: это мастер приемщик и два менеджера-продавца. Число менеджеров-продавцов автосалона принимается из расчета один человек на каждые три автомобиля [5]. В демонстрационном зале предусмотрено шесть машиномест. Принимается пять человек посетителей, т. к. большее количество посетителей в одно время маловероятно. $n = 8$ человек.

Количество тепла поступающее в выставочный зал от людей:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 122 \cdot 8 = 976 \text{ Вт; ТП: } Q_{\text{л}} = 99 \cdot 8 = 792 \text{ Вт.}$$

В зоне предпродажной подготовки $n = 5$ человек работающих [5].

Количество тепла поступающее в зону предпродажной подготовки от людей:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 133 \cdot 5 = 665 \text{ Вт; ТП: } Q_{\text{л}} = 70 \cdot 5 = 350 \text{ Вт.}$$

В мойке $n = 2$ человека работающих.

Количество тепла поступающее в мойку от людей:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 133 \cdot 2 = 266 \text{ Вт; ТП: } Q_{\text{л}} = 70 \cdot 2 = 140 \text{ Вт.}$$

Тепловыделения от источников искусственного освещения определяются по формуле [4]:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (2.3)$$

где E - освещенность, Лк;

F - площадь пола помещения, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ - удельные тепловыделения, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{Лк}$;

$\eta_{\text{осв}}$ - доля тепла, поступающего в помещение.

Таблица 2.4 - Теплотери проектируемого автосалона.

№	Ограждающие конструкции							Добавки			Q(1+Σβ), Вт
	Наим- ие	Ор-ия	Размер	F, м²	k, Вт/м²·°C	(t _в - t _н), °C	Q, Вт	На ор- ию	Прочие	Σβ	
2(п.п.)	НС1	С	18,5x7,2	91,7	0,35	46	1476	0,1	0,05	0,15	1698
	НС2	В	18x7,2	82,9	0,35	46	1335	0,1	0,05	0,15	1535
	ПТ		18,5x18	333	0,3	46	4595				4595
	ОК1	С	4,5x3	13,5	2,22	46	1379	0,1	0,05	0,15	1585
	ОК2	В	4,5x3	13,5	2,22	46	1379	0,1	0,05	0,15	1585
	ОК3	В	4,5x3	13,5	2,22	46	1379	0,1	0,05	0,15	1585
	ПЛП		2x9,9; 2x10,4	40,6	0,2	46	374				374
	ПЛПП		2x9,9; 2x10,4	40,6	0,14	46	261				261
	ПЛПП		2x9,9; 2x10,4	40,6	0,09	46	168				168
	ПЛПВ		11,9x10; 10,5x2,5	146,2	0,06	46	404				404
	Σ=										13791
3(м.)	НС1	С	8,5x3,7	23	0,35	46	370	0,1	0,05	0,15	426
	НС2	В	7,3x3,7	19,7	0,35	46	317	0,1	0,05	0,15	365
	ПЛП		2x8,7; 2x7,2	31,8	0,2	46	293				293
	ПЛПП		2x6,7; 2x3,3	19,9	0,14	46	128				128
	ПЛПП		2x4,7; 2x1,3	11,9	0,09	46	49				49
	ПЛПВ		2,7x1,3	3,4	0,06	46	9				9
	Σ=										1270
5(в. 3.)	НС1	В	12x7,8	80,1	0,35	48	1346	0,1	0,05	0,15	1548
	НС2	Ю	1,5x7,8	11,7	0,35	48	197	0	0,05	0,05	206
	ОК4	В	4,5x3	13,5	2,22	48	1439	0,1	0,05	0,15	1654
	ВЖ1	В	18x7,8	140,4	2,22	48	14961	0,1	0,05	0,15	17205
	ВЖ2	Ю	17x7,8	132,6	2,22	48	14130	0	0,05	0,05	14836
	ПТ		18,5x18	333	0,3	48	4795				4795
	ПЛП		2x18,6; 2x30,2	97,6	0,2	48	937				937
	ПЛПП		2x14,6; 2x28,2	85,6	0,14	48	575				575
	ПЛПП		2x12,6; 2x26,2	77,6	0,09	48	335				335
	ПЛПВ		12,6x23,5	297	0,06	48	855				855
	Σ=										42948
6	ПТ		1,8x1,1	1,9	0,3	49	28				28
7	ПТ		1,8x2,6	4,7	0,3	49	69				69
8	ПТ		1,8x1,9	3,5	0,3	49	51				51
9	ПТ		10x1,2	12,4	0,3	49	182				182
10	ПТ		10x4,3	43	0,3	49	632				632
11	ПТ		6x4,7	28,4	0,3	49	417				417
12	ПТ		6x3,3	19,8	0,3	49	291				291
13	ПТ		12x8,4	100,7	0,3	49	1480				1480
Суммарные потери теплоты всего здания											61160

Для выставочного зала: $Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 542,8 \cdot 0,071 \cdot 0,45 = 3468 \text{ Вт}$.

Для зоны предпродажной подготовки : $Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 264,2 \cdot 0,071 \cdot 1 = 3752 \text{ Вт}$.

Для мойки: $Q_{\text{осв}} = 150 \cdot 62,8 \cdot 0,087 \cdot 1 = 820 \text{ Вт}$.

Теплопоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода года по формуле [4]:

$$Q_{\text{с.р.}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) F_0 k_1 k_2 \beta_{\text{сз}}, \quad (2.4)$$

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

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

F_0 - поверхность остекления, м²;

k_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязненность атмосферы;

k_2 - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

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

В выставочном зале применяются стекла с зеркальным затемнением фирмы "VELUM". $\beta_{\text{сз}} = 0,5$ [23].

Теплопоступления от солнечной радиации через массивные ограждения в данной работе не определяются, так как наличие утепления позволяет исключить проникновение теплоты в здание.

Расчет теплопоступлений от солнечной радиации в выставочном зале сведен в таблицу 2.5, в зоне предпродажной подготовки - в таблицу 2.6.

Теплопоступления от системы отопления. Количество тепла, сообщаемое отоплением в нерабочее время $Q_{\text{с.о}}$, Вт, компенсирует теплопотери через ограждающие конструкции $Q_{\text{огр}}$ и рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{с.о}} = \frac{\sum Q_0}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \cdot (t_{\text{д.о.}} - t_{\text{н}}), \quad (2.5)$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная температура воздуха в помещении, °С;

Таблица 2.5 - Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации в выставочном зале.

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	В															
qвп	160	442	664	607	572	457	280	105	-	-	-	-	-	-	-	-
qвр	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
F,м²	153,9															
K1	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
K2	0,95															
βсз	0,5															
Qср	7461	21356	32528	30830	29133	23369	15514	8013	8013	7461	7092	7092	6632	5434	3592	1197
	Ю															
qвп	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qвр	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F,м²	132,6															
K1	1,26	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26
K2	0,95															
βсз	0,5															
Qср	794	3413	6349	5442	9693	13673	16972	18605	18605	16972	13673	9693	5442	6349	3413	794
Q ₀	8254	24769	38877	36272	38826	37042	32486	26618	26618	24433	20765	16786	12074	11783	7005	1991

Таблица 2.6 - Расчет теплоступлений от солнечной радиации в зоне предпродажной подготовки.

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	В															
qвп	160	442	664	607	572	457	280	105	-	-	-	-	-	-	-	-
qвр	29	99	160	174	166	135	113	98	87	81	77	77	72	59	39	13
F,м²	27															
K1	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
K2	0,95															
βсз	1															
Qср	2618	7493	11413	10818	10222	8200	5443	2812	2812	2618	2489	2489	2327	1907	1260	420
	С															
qвп	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qвр	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F,м²	13,5															
K1	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54
K2	0,95															
βсз	1															
Qср	810	1579	1177	1551	1471	1374	1309	1293	1293	1309	1374	1471	1551	1177	1579	810
Q₀	3428	9072	12591	12369	11693	9573	6752	4105	4105	3927	3862	3959	3878	3084	2839	1230

t_n - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года;

$t_{д.о.}$ - температура, на которую поддерживается дежурное отопление, °С.

$t_{д.о.}$ - принимается для помещения предпродажной подготовки и мойки +5 °С, а для выставочного зала - +12°С.

Для выставочного зала: $Q_{с.о} = \frac{42948}{18+30} \cdot (12+30) = 37580$ Вт.

Для зоны предпродажной подготовки: $Q_{с.о} = \frac{13791}{16+30} \cdot (5+30) = 10493$ Вт.

Для мойки: $Q_{с.о} = \frac{1270}{16+30} \cdot (5+30) = 966$ Вт.

Теплопоступления от оборудования в зоне предпродажной подготовки.

Теплопоступления от электродвигателей и приводимого ими в действие оборудования определяются по формуле [8]:

$$Q_{обор.} = 10^3 \cdot N_y \cdot k_{и} \cdot k_3 \cdot k_o \cdot (1 - \eta_d + k_t \cdot \eta_d), \quad (2.6)$$

где N_y - установочная мощность двигателя, кВт;

$k_{и} = 0,7 \div 0,9$ - коэффициент использования установочной мощности;

$k_3 = 0,5 \div 0,8$ - коэффициент загрузки двигателя;

$k_o = 0,5 \div 1$ - коэффициент одновременности работы двигателей;

$\eta_d = 0,75 \div 0,92$ - КПД двигателя;

$k_t = 0,1 \div 1$ - коэффициент ассимиляции тепла воздухом помещения.

Суммарное значение мощностей двигателей всего оборудования по техническому заданию 4,4 кВт.

$$Q_{обор.} = 10^3 \cdot 4,4 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot (1 - 0,9 + 0,5 \cdot 0,9) = 813 \text{ Вт.}$$

По результатам расчетов теплопотерь и теплопоступлений составляется тепловой баланс, приведенный в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Тепловой баланс.

Наим. уч-ка	Пер. год.	Теплопоступления, Вт							Теплопотери, Вт			$V, \text{ м}^3$	Изб., нед.	
		$Q_{л}$	$Q_{обор}$	$Q_{осв}$	$Q_{с.р.}$	$Q_{с.о.}$	$Q_{проч}$	Итого	$Q_{огр}$	$Q_{проч.}$	Итого		Q_v	q
2(п.п.)	ТП	350	813	-	12591	-	963	14717	-	-	-	2232	14717	6,6
	ХП	665	813	3752	-	10493	1101	16824	13791	965	14756		2067	0,9
3(м.)	ТП	140	-	820	-	-	67	1027	-	-	-	181	1027	5,7
	ХП	266	-	820	-	966	144	2196	1270	89	1359		837	4,6
5(ш.)	ТП	792	-	-	38877	-	2777	42446	-	-	-	4352	42446	9,8
	ХП	976	-	3468	-	37580	2942	44966	42948	3006	45954		-989	-0,23

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование систем отопления

Отопление помещений запроектировано тремя системами отопления. Расчетная температура подающей воды в систему отопления 90°C , обратной 70°C . Системы отопления двухтрубные с нижней разводкой трубопроводов.

В качестве нагревательных приборов приняты конвекторы фирмы «СКОКА». Местные нагревательные приборы системы водяного отопления размещены вблизи наружных стен здания под окнами. В лестничных клетках приборы установлены под лестницей.

Трубопроводы систем отопления выполнены из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном. Магистральные трубопроводы проложены с уклоном не менее 0,002. Тепловая изоляция для магистральных трубопроводов принята из вспененного каучука $K_{FLEX} = 13$. Все типы изоляции сертифицированы и соответствуют требованиям [19].

Гидравлическая регулировка систем осуществляется балансировочными клапанами на обратных магистралях.

Для регулирования теплоотдачи отопительных приборов предусмотрены автоматические терморегуляторы для систем отопления.

В верхних точках систем предусмотрены краны для выпуска воздуха, в нижних точках - краны шаровые муфтовые для спуска воды.

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

Для обеспечения доступности к сетям инженерно-технического персонала для определения фактических значений их параметров и возможности безопасной эксплуатации индивидуальный тепловой пункт расположен в отдельном помещении.

Подключение калориферов приточных систем, тепловых завес выполнено через смесительные узлы. Параметры теплоносителя $90/70^{\circ}\text{C}$ - поддерживаются также в смесительном узле.

3.2 Гидравлический расчет систем отопления

Гидравлический расчет выполнен согласно методике [10] с применением справочных данных приведенных в [9].

Расчет двухтрубной системы отопления ведется методом удельных потерь давления по длине.

Расход теплоносителя на участке определяется по формуле:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot (t_r - t_o)}, \quad (3.1)$$

где Q - количество теплоты на участке системы отопления, которое транспортирует теплоноситель, Вт;

t_r - расчетная температура горячего теплоносителя в СО, °С;

t_o - расчетная температура охлажденного теплоносителя в СО, °С;

$c = 4,2$ кДж/(кг·°С) - удельная теплоемкость воды.

Потери давления на участках определяются по формуле:

$$\Delta P = R \cdot L + Z, \quad (3.2)$$

где $R \cdot L$ - потери по длине;

L - длина участка, м;

R - удельные потери 1м трубы, при G Па/м, согласно [9];

Z - потери давления на местные сопротивления:

$$Z = P \partial \cdot \Sigma \xi = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \Sigma \xi, \quad (3.3)$$

где $\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений [9].

ρ - плотность теплоносителя, кг/м³;

v - скорость движения теплоносителя, м/с;

Средние удельные потери давления на трение:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\Sigma L_{\text{цик}}}, \quad (3.4)$$

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

По [9] выписываются согласно расходу участка диаметры труб, скорость теплоносителя и удельные потери по длине.

Невязка может составлять 15%. Если невязка больше и диаметр трубы уменьшить нельзя, т.к. минимальный диаметр составляет 16 мм, то на стояк или на ответвление устанавливается балансировочный клапан [12].

Располагаемое давление для расчёта СО определяется как сумма потерь давлений в тепловом пункте и потерь давления СОЗ:

$$\Delta P_p = (\Delta P_{\text{фил.}} + \Delta P_{\text{гр.}} + \Delta P_{\text{сист.}} + \Delta P_{\text{СОЗ.}}) \cdot 1,1, \quad (3.5)$$

где $\Delta P_{\text{фил.}}$ - потери давления в фильтре, Па;

$\Delta P_{\text{гр.}}$ - потери давления в грязевике, Па.

$$\Delta P_{\text{сист.}} = 11 \cdot 65 + \frac{965,34 \cdot 0,26^2}{2} \cdot 16 = 1237 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_p = (60,3 + 12,1 + 1237 + 35940) \cdot 1,1 = 40974 \text{ Па.}$$

Гидравлический расчет систем отопления приведен в приложении А.

Расчетные схемы систем отопления представлены в приложении Б.

3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Расчет отопительных приборов заключается в определении типа конвектора, при условии, что его внешняя поверхность должна обеспечить передачу теплоты не менее требуемого теплового потока в помещение.

Расчет выполнен согласно методике [10], [18] с учетом некоторых поправок на полипропиленовые трубы [9] и с применением справочных данных приведенных в [22].

Теплоотдача труб, открыто проложенных в помещении отсутствует, так как трубы полипропиленовые и прокладываются скрыто, поэтому теплоотдача прибора равна расчетным теплотерям помещения:

$$Q_{\text{пр.}} = Q_{\text{пом.}}, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по ф.:

$$F_{\text{пр.}} = Q_{\text{пр.}} / q_{\text{пр.}}, \text{ м}^2, \quad (3.7)$$

где $q_{\text{пр}}$ - расчетная плотность теплового потока, Вт/м².

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном.}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p, \text{ Вт/м}^2, \quad (3.8)$$

где $q_{\text{ном.}}$ - номинальная плотность теплового потока, Вт/м². Принимаем конвекторы с кожухом фирмы "СКОКА" $q_{\text{ном.}} = 357 \text{ Вт/м}^2$.

n, p - коэффициенты, выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи ($n = 0,35, p = 0,18$);

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

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{в}}, \quad (3.9)$$

где $t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$ - температура воды соответственно входящей и выходящей из прибора, °С;

$G_{\text{пр}}$ - расход воды в приборе, кг/ч.

Результаты теплового расчета сведены в таблицу 3.4.

3.4 Расчет и подбор оборудования. Механический расчет систем отопления

Подбор и расчет фильтра произведен по [11].

Фильтр подбирается по расходу теплоносителя и диаметру магистрали:

$$G = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч}; D_y = 65 \text{ мм.}$$

К установке принимается фильтр магнитный фланцевый ФМФ-65 (приложение В) с диаметром условного прохода 65 мм, изготовленный по ТУ 400-09-91-98, предназначенный для улавливания стойких механических примесей в холодной и горячей воде и других неагрессивных жидкостях с температурой до 150°С при давлении до 1,6 МПа (16 кгс/см²). Технические характеристики ФМФ-65 представлены в таблице 3.5.

Потеря давления на фильтре при текущем значении расхода (м³/ч)

Таблица 3.4 - Тепловой расчет отопительных приборов.

№ пом.	Q _{пом} , Вт	G _{пр} , кг/ч	Δt _{ср} °C	q _{пр} , Вт/м ²	Q _{пр} , Вт	F _{пр} , м ²	Тип прибора
1	2	3	4	5	6	7	8
СОЗ(выставочный зал)							
5	42948	1846	62	407	42948	105,59	КНС-1,65п (6шт.); КНС-1,65к (6шт.); КНС-1,8к(8шт.); КНС-1,5к(2шт.)
СО2(административные помещения)							
13	1480	64	61	217	1480	6,82	КНС-1,5к(3шт.)
12	291	13	61	162	291	1,80	КНС-0,6к
11	417	18	61	173	417	2,41	КНС-1,05к
9	182	8	61	149	182	1,22	КНС-0,6к
10	632	27	61	186	632	3,39	КНС-1,05к
СО1(помещения предпродажной подготовки)							
2	13791	593	64	346	13791	39,85	КНС-1,2п(8шт); КНС-1,2к(8шт)
3	1270	55	64	225	1270	5,64	КНС-1,65п(4шт); КНС-1,65к(4шт)

Таблица 3.5 - Технические характеристики ФМФ-65

Размер ячейки фильтрующей сетки, мм	Гидравлическое сопр-ие фильтра, м/(м ³ /ч) ²	Масса, кг	Количество отверстий на фланце
1,4 x 1,4	6,4x10 ⁻⁴	16,5	4

определяется по формуле:

$$\Delta P = S \times G^2, \quad (3.10)$$

где S - гидравлическое сопротивление фильтра, м/(м³/ч)²;

G - расход теплоносителя, м³/ч.

$$\Delta P = 6,4 \cdot 10^{-4} \cdot 3,1^2 = 0,00615 \text{ м вод ст} = 60,3 \text{ Па.}$$

Грязевик подбирается по диаметру подводящих магистралей при скорости воды в поперечном сечении корпуса грязевика не более 0,05 м/с. Он представляет собой трубу большего диаметра.

Определяются потери давления на местные сопротивления грязевика:

$$Z = \frac{965,34 \cdot 0,05^2}{2} \cdot 10 = 12,1 \text{ Па}.$$

Принимается к установке вертикальный грязевик ТС 569.00.000-10 (приложение Г).

Технические характеристики грязевика сведены в таблицу 3.6 [34].

Таблица 3.6 - Технические характеристики грязевика ТС 569.00.000-10.

Условное давление, Ру, МПа	1,0	Производительность, т/ч	18	Высота h, мм	340
Условный проход, Ду, мм	65	Масса, кг	29,4	Высота Н, мм	490
Диаметр корпуса, Дн, мм	219	Высота Н1, мм	534	Длина L, мм	425

Поскольку полимерные трубы имеют увеличенный по сравнению с металлами коэффициент линейного удлинения, то при проектировании систем отопления производится расчет удлинений при возникающих перепадах температур.

Расчет изменения длины трубопровода при изменении его температуры производится по формуле:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t, \quad (3.11)$$

где ΔL - изменение длины трубопровода при его нагреве или охлаждении;

α - коэффициент теплового расширения, мм/м·°С;

L - расчетная длина трубопровода;

Δt - разница температуры трубопровода при монтаже и эксплуатации, °С.

$$\Delta L = 0,03 \cdot 5 \cdot 20 = 3 \text{ мм.}$$

Определяется нужная длина вертикального участка, который с учетом упругих свойств трубы будет "пружинить" без разрушения в интервале величины удлинения равной ΔL (приложение Д).

Формула длины пружинящего участка трубопровода имеет вид:

$$L_{\text{пруж.уч.}} = k \cdot \sqrt{D} \cdot \Delta L + D, \quad (3.12)$$

где $L_{\text{пруж.уч.}}$ - длина пружинящего участка, мм;

k - константа, характеризующая упругие свойства трубы = 30;

D - наружный диаметр трубы, мм;

ΔL - увеличение длины участка трубопровода при его нагреве, мм.

$$L_{\text{пруж.уч.}} = 30 \cdot \sqrt{16} \cdot 3 + 16 = 376 \text{ мм.}$$

Отсюда можно сделать вывод, что рассмотренный Г-образный участок может служить в качестве компенсатора температурных удлинений. Аналогично рассмотренному Г-образному участку все остальные Г-образные и П-образные участки систем отопления могут служить компенсаторами температурных удлинений.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Для определения воздухообмена требуется знать количество влаги, Вт, поступающее в помещение от людей, которое определяется по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad (4.1)$$

где q - удельное выделение влаги одним человеком, г/ч, [4];

n - количество человек, одновременно находящихся в помещении.

В помещениях с тепло- и влаговыделениями воздухообмен определяется по I-d-диаграмме с одновременным учетом изменения энтальпии I , кДж/кг, сухого воздуха и влагосодержания d , г/кг, сухого воздуха.

Угловой коэффициент луча процесса в помещении, кДж/кг:

$$\varepsilon = Q_{\text{п}} / M_{\text{вл}}, \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ - избытки полного тепла в помещении, кДж/ч;

$M_{\text{вл}}$ - влагоизбытки в помещении, кг/ч.

Величина полного избыточного тепла $Q_{\text{п}}$ для каждого периода года определяется по формуле:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 Q_{\text{я}} + (2500 + 1,8t_{\text{в}}) M_{\text{вл}}, \quad (4.3)$$

где $Q_{\text{я}}$ - избытки явного тепла, Вт;

$t_{\text{в}}$ - температура внутреннего воздуха в помещении, °С.

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$t_{\text{у}} = t_{\text{в}} + \text{grad } t (H - h_{\text{р.з.}}), \quad (4.4)$$

где $\text{grad } t$ - градиент температуры по высоте помещения;

H - высота помещения, м;

$h_{\text{р.з.}}$ - высота рабочей зоны, м.

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

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} \pm \Delta t_{\text{р}} \quad (4.5)$$

где $\Delta t_{\text{р}}$ - рабочая разница температур, принимается в общественных зданиях 2-5°С.

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

$$L_T = L_{p.з.} + \frac{Q_{п.} - L_{p.з.} \cdot (I_B - I_{п.})}{(I_y - I_{п.})}, \quad (4.6)$$

Расчетный воздухообмен по влаге L , кг/ч определяется по формуле:

$$L = L_{p.з.} + \frac{M_{вл.} - L_{p.з.} \cdot (d_B - d_{п.})}{(d_y - d_{п.})}, \quad (4.7)$$

где $L_{p.з.}$ - воздух, удаляемый из рабочей зоны.

Расчетный воздухообмен по явному теплу L^j , м³/ч, определяется по формуле:

$$L^j = \frac{3,6Q^j}{c(t_y - t_{п.})}, \quad (4.8)$$

где Q^j - явное тепло для расчета систем вентиляции, Вт, [см. таб. 2.7];

$t_{п.}$ - температура приточного воздуха, °C;

t_y - температура удаляемого воздуха, °C;

$c = 1,2 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}}$ - объемная теплоемкость воздуха.

Расчет воздухообмена по санитарной норме $L_{сн}$, м³/ч, определяется по формулам:

$$L_{сн} = k \cdot V, \quad (4.9)$$

где k - кратность воздухообмена, ч⁻¹ [6], [15];

V - объем помещения, м³.

$$\text{или } L_{сн} = v \cdot n, \quad (4.10)$$

где v - количество приточного воздуха на одного человека, м³/ч;

n - количество человек.

Результаты расчета по кратности для административных помещений и сан. узлов сведены в таблицу 4.3.

Мойка

В мойке $n = 2$ человек работающих.

Количество влаги поступающее в мойку от людей:

ХП: $Q_{л} = 110 \cdot 2 = 220$ г/ч;

ТП: $Q_{л} = 185 \cdot 2 = 370$ г/ч.

Поступление влаги в помещение происходит в результате испарения с поверхности пола мойки.

Количество влаги, испарившейся с поверхности некипящей воды, M_{H_2O} , кг/ч, в инженерных расчетах определяется эмпирической зависимостью по [4]:

Оптимальный вариант для мойки машин в ХП, когда температура воды 40°C. В теплый период года температура может быть ниже $t_{cp} = 30^\circ C$.

Следовательно коэффициент, зависящий от температуры поверхности испарения в ХП $a = 0,028$, а в ТП $a = 0,02$ по [4].

$$\text{Для ТП: } M_{H_2O} = (0,02 + 0,131 \cdot 0,25) (4,2 - 2,3) \frac{101,325}{99,5} 62,8 = 6,4 \text{ кг/ч.}$$

$$\text{Для ХП: } M_{H_2O} = (0,028 + 0,131 \cdot 0,3) (7,4 - 2,3) \frac{101,325}{99,5} 62,8 = 21,95 \text{ кг/ч.}$$

Для ХП:

$$Q_{п} = 3,6 \cdot 837 + (2500 + 1,8 \cdot 16) 22,2 = 59153 \text{ кДж/ч ;}$$

$$\varepsilon = 59153 / 22,2 = 2665 \text{ кДж/кг;}$$

$$q = 837 / 181 = 4,6 \text{ Вт/м}^3;$$

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

$$t_y = 16 + 0,5 (2,7 - 2) = 16,4^\circ C ;$$

Так как в мойке присутствуют в основном влагоизбытки, а теплоизбытки незначительные, то $\Delta t_p = 0^\circ C$.

$$t_{п} = 16 - 0 = 16^\circ C.$$

Для ТП:

$$Q_{п} = 3,6 \cdot 1027 + (2500 + 1,8 \cdot 27) 6,8 = 21028 \text{ кДж/ч.}$$

$$\varepsilon = 21028 / 6,8 = 3092 \text{ кДж/кг.}$$

$$q = 1027 / 181 = 5,7 \text{ Вт/м}^3;$$

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

$$t_y = 27 + 0,5 (2,7 - 2) = 27,4^\circ C.$$

Температура приточного воздуха в ТП $t_{п} = t_{н} = 24,6^\circ C$.

Процессы обработки воздуха для холодного и теплого периода года для мойки представлены на I-d диаграмме (приложение Е).

Расчетный воздухообмен по избыткам полного тепла:

$$\text{Для ХП: } L_T^{\text{хп}} = 0 + \frac{59153 - 0 (31 - 17)}{(39 - 17)} = 2689 \text{ кг/ч} = 2240 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{Для ТП: } L_T^{\text{тп}} = 0 + \frac{21028 - 0 (59 - 49)}{(62 - 49)} = 1618 \text{ кг/ч} = 1348 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетный воздухообмен по избыткам влаги:

$$\text{Для ХП: } L_{\text{вл.}}^{\text{хп}} = 0 + \frac{22,2 - 0 \cdot (0,0058 - 0,0002)}{(0,009 - 0,0002)} = 2523 \text{ кг/ч} = 2103 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{Для ТП: } L_{\text{вл.}}^{\text{тп}} = 0 + \frac{6,8 - 0 \cdot (0,0125 - 0,0095)}{(0,0138 - 0,0095)} = 1581 \text{ кг/ч} = 1318 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена в мойках принимается равной 5 по [6]:

$$L_{\text{сн}} = 5 \cdot 168 = 840 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчетов видно, что расчетный воздухообмен по избыткам полного тепла в холодный период года оказался наибольшим, следовательно он и будет расчетным $L_p = L_T^{\text{хп}} = 2240 \text{ м}^3/\text{ч}$. Так как у ворот устанавливается завеса постоянного действия с забором наружного воздуха, то она будет дополнительно подавать $900 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха, поэтому приток принимаем равным $1340 \text{ м}^3/\text{ч}$, расход вытяжного воздуха - $2240 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Зона предпродажной подготовки

В зоне предпродажной подготовки $n = 5$ человек работающих. Количество влаги поступающее в зону предпродажной подготовки от людей:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 110 \cdot 5 = 550 \text{ г/ч};$$

$$\text{ТП: } Q_{\text{л}} = 185 \cdot 5 = 925 \text{ г/ч}.$$

Основными вредными выделениями при работе автомобильных двигателей являются окись углерода и окислы азота. Общие газовыделения $M_{\text{г}}, \text{г/ч}$ в помещениях технического обслуживания автомобилей определяются по формуле [4]:

$$M_{\text{г}} = n \cdot q \cdot N \cdot k \cdot (1 - a), \text{г/ч}, \quad (4.11)$$

где n - максимальное число автомобилей, выезжающих в течение 1ч, выезд/ч;

q - удельные газовыделения, г/кВт, принимается по [4];

N - мощность двигателя автомобиля, кВт, принимается по [4];

k - коэффициент учета интенсивности движения автомобилей [4];

a – эффективность местных отсосов, принимается 95% для шланговых отсосов.

Количество выделения окиси углерода:

$$M_z^{CO} = 1 \cdot 1,09 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,95) = 2,72 / \text{ч};$$

Количество выделения окислов азота:

$$M_z^{NO_2} = 1 \cdot 0,022 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,95) = 0,0552 / \text{ч};$$

Результаты расчета сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет вредных выделений.

№ пом.	п, выезд/ч	q^{CO} , г/кВт	q^{NO_2} , г/кВт	N, кВт	k	a	M_z^{CO} , г/ч	$M_z^{NO_2}$, г/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	1,09	0,022	100	0,5	0,95	2,7	0,055

Расчетный воздухообмен по вредным выделениям от автомобилей $L_{вр}$, м³/ч определяется по формуле:

$$L_{вр} = L_{р.з.} + \frac{M_{вр.} - L_{р.з.} \cdot (z_B - z_{II})}{(z_Y - z_{II})}, \quad (4.12) \text{ где } M_{вр.} - \text{количество}$$

расчетной вредности, г/ч, [см. табл. 4.1];

z_B - концентрация вредных веществ в рабочей зоне, мг/м³ [7];

z_{II} - концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м³;

z_Y - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, мг/м³.

Концентрация вредных веществ приточного воздуха z_{II} , мг/м³, принимается в размере 30% от предельно допустимой концентрации вредных веществ в рабочей зоне мг/м³:

$$z_{II} = 0,3 \cdot z_B \quad (4.13)$$

Концентрация вредных веществ удаляемого воздуха z_Y , мг/м³, принимается равной концентрации вредных веществ во внутреннем воздухе z_B , мг/м³:

$$z_Y = z_B. \quad (4.14)$$

Для удаления выхлопных газов от выхлопной трубы автомобиля предусматриваются местные отсосы с механическим приводом. Вытяжной шланг в нерабочем состоянии намотан на барабан и не загромождает рабочее

помещение. При подсоединении к выхлопной трубе автомобиля шланг разматывается, при его отсоединении шланг наматывается на катушку под действием возвратного механизма. Фиксатор удерживает барабан в требуемом положении. При работе с подъемником шланг перемещается вслед за автомобилем.

Количество удаляемого воздуха от работающих двигателей в зависимости от их мощности следует принимать по [6].

св.90 до 130 кВт (120 до 180 л.с.) - 500 м³/ч.

Таблица 4.2 – Определение объемов местной вытяжной вентиляции в зоне предпродажной подготовки.

Оборудование	Кол-во	Тип МО	Объем остасываемого воздуха	
			на ед., м ³ / ч	всего, м ³ / ч
1	2	3	4	5
Легковой автомобиль	2	Шланговый отсос	500	1000

Для ХП:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 2067 + (2500 + 1,8 \cdot 16) 0,55 = 8832 \text{ кДж/ч} ;$$

$$\varepsilon = 8832 / 0,55 = 16058 \text{ кДж/кг};$$

$$q = 2067 / 2232 = 0,9 \text{ Вт/м}^3;$$

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

$$t_{\text{y}} = 16 + 0,5 (7,2 - 2) = 18,6^{\circ}\text{C} ;$$

$$t_{\text{п}} = 16 - 3 = 13^{\circ}\text{C}$$

Для ТП:

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 14717 + (2500 + 1,8 \cdot 27) 0,925 = 55339 \text{ кДж/ч.}$$

$$\varepsilon = 55339 / 0,925 = 59826 \text{ кДж/кг.}$$

$$q = 14717 / 2232 = 6,6 \text{ Вт/м}^3;$$

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

$$t_{\text{y}} = 27 + 0,5 (7,2 - 2) = 29,6^{\circ}\text{C.}$$

$$t_{\text{п}} = t_{\text{н}} = 24,6^{\circ}\text{C.}$$

Процессы обработки воздуха для холодного и теплого периода года для предпродажной подготовки представлены на I-d диаграмме (приложение Ж).

Расчетный воздухообмен по избыткам полного тепла:

$$\text{Для ХП: } L_T^{\text{хп}} = 1,2 \cdot 1000 + \frac{8832 - 1,2 \cdot 1000 (18 - 14)}{(20,2 - 14)} = 1850 \text{ кг/ч} = 1542 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\text{Для ТП: } L_T^{\text{тп}} = 1,2 \cdot 1000 + \frac{55339 - 1,2 \cdot 1000 (51 - 49)}{(54 - 49)} = 11788 \text{ кг/ч} = 9823 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетный воздухообмен по вредным выделениям от автомобилей $L_{\text{вр}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_{\text{вр}}^{\text{CO}} = 1000 + \frac{2700 - 1000 \cdot (20 - 0,3 \cdot 20)}{(20 - 0,3 \cdot 20)} = 193 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{вр}}^{\text{NO}_2} = 1000 + \frac{55 - 1000 \cdot (5 - 0,3 \cdot 5)}{(5 - 0,3 \cdot 5)} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В предпродажной подготовке по [6] кратность воздухообмена не менее 1.
 $L_{\text{сн}} = 1 \cdot 2232 = 2230 \text{ м}^3/\text{ч}.$

За расчетный воздухообмен принимаем значение по кратности:

$$L_p = L_{\text{сн}} = 2230 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Произведем пересчет $I_{\text{п}}$ в ХП по формуле:

$$I_{\text{п}} = \frac{L_{\text{р.з.}} \cdot I_y + Q_{\text{п}} - L_{\text{р.з.}} \cdot I_{\text{в}} - L_T \cdot I_y}{-L_T} \quad (4.15)$$

$$I_{\text{п}} = \frac{0 + 8832 - 0 - 1,2 \cdot 2230 \cdot 20,2}{-1,2 \cdot 2230} = 16,9 \text{ кДж/кг}.$$

$$t_{\text{п}} \approx 16^\circ\text{C}.$$

Выставочный зал

В выставочном зале $n = 8$ человек.

Количество влаги поступающее в выставочный зал от людей:

$$\text{ХП: } Q_{\text{л}} = 55 \cdot 8 = 440 \text{ г/ч};$$

$$\text{ТП: } Q_{\text{л}} = 75 \cdot 8 = 600 \text{ г/ч}.$$

Так как в выставочном зале недостатки тепла, то температура приточного воздуха в холодный период года:

$$t_{\text{п}} = 18 + 2 = 20^\circ\text{C}.$$

Температура удаляемого воздуха $t_v, ^\circ\text{C}$, равняется температуре внутреннего воздуха $t_b, ^\circ\text{C}$: $t_v = t_b = 18^\circ\text{C}.$

Холодный период:

$$Q_{изб}^{\text{я}} = -989 \text{ Вт}$$

$$L^{XII} = \frac{3,6(-989)}{1,2(18 - 20)} = 1490 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$$L_{CH} = 20 \cdot 8 = 160 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$L^{XII} = 1490 \text{ м}^3 / \text{ч} > L_{CH} = 160 \text{ м}^3 / \text{ч} \rightarrow$ за расчетный воздухообмен принимается значение $L^{XII} = 1490 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

$L^{III} = L^{XII} = 1490 \text{ м}^3 / \text{ч}$, т. к. избытки тепла будут компенсироваться системой кондиционирования.

Административные помещения

Кратность воздухообмена для административных помещений принимается по [15]:

Таблица 4.3 - Расчет воздухообмена по кратности.

Наименование помещения	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	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
10 Кабинет директора	19	100	1,5	150	-	0
11 Переговорная	19	65	1,5	100	-	0
12 Переговорная	19	46	1,5	70	-	0
7 Сан.узел	16	11	-	0	50 м ³ /ч на 1 унитаз	50
8 Сан. узел	16	8	-	0		50
4 Сан.узел	16	11	-	0		50
6 Душевая	18	5	-	0	75 м ³ /ч на 1 душ	75
13 Холл	19	230	2	460	-	0

$$\Sigma = 780$$

$$\Sigma = 225$$

Для приведения к балансу административных помещений излишки приточного воздуха удаляются из кабинетов.

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

Вентиляция помещений запроектирована приточно-вытяжная с механическим побуждением.

Объединение помещений различного функционального назначения в единые системы выполнено на основании требований [17].

Приточная система П1 производит горизонтальную подачу воздуха в выставочном зале на отметке 3.000 и вертикальную подачу воздуха в административных помещениях на отметке 5.500. Система П2 раздает воздух горизонтально в зону предпродажной подготовки на отметке 3.000 и в мойку на отметке 2.500.

Вытяжная система В1 направлена на удаление воздуха из выставочного зала на отметке 5.500, а система В2 - на удаление воздуха из мойки и зоны предпродажной подготовки на той же отметке.

Отдельные механические вытяжные системы запроектированы для сан.узлов В3.

Крепление воздуховодов осуществляется к строительным конструкциям.

В качестве приточно-вытяжного оборудования запроектированы установки фирмы «Евровент».

Воздуховоды выполнены из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ14918-80.

Главные входы в здание оборудованы воздушно-тепловыми завесами с водяным нагревом.

Оборудование систем вентиляции имеет автоматическое и дистанционное управление.

4.3 Аэродинамический расчет

Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Расчет выполнен согласно методике [8], [14].

Целью расчета воздухораспределительных устройств (ВР) является выбор наиболее рационального количества и типа воздухораспределителей, а также расчет максимальной скорости движения воздуха на основном участке

прямоточной струи и максимального отклонения температуры приточной струи от нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне.

Согласно требованиям СП [13, прил.Б]:

$$V_x \leq k \cdot V_B, \quad (4.16)$$

где V_B - нормируемая подвижность воздуха в помещении;

k - коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе [13, прил Б].

Максимальная скорость воздуха на основном участке струи на входе в рабочую зону определяется по формуле:

$$V_x = \frac{m V_0 \sqrt{F_0}}{x} k_c k_B k_H, \quad (4.17)$$

где x - дальность струи, м

Максимальная разница температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне определяется по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \Delta t \sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_c k_H}. \quad (4.18)$$

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{\text{доп}} \quad (4.19)$$

где $\Delta t_{\text{доп}}$ - допустимые отклонения температуры воздуха, °С, в струе

приточного воздуха от нормируемой температуры воздуха в

обслуживаемой или рабочей зоне, определяемые по [13, прил В].

Расчет ВР для системы П2 (зона предпродажной подготовки):

$$L_0 = 2230/4 = 558 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$V_0 = 558 / 3600 \cdot 0,062 = 2,5 \text{ м/с}.$$

По [14] принимаем тип воздухораспределителя "РВ-2"; $m = 2$; $n = 1,9$; $F_0 = 0,062 \text{ м}^2$.

$$\Delta t_0 = |15,8 - 16| = 0,2^\circ\text{C};$$

$$H = 5,45 \frac{2 \cdot 2,5^4 \sqrt{0,062}}{\sqrt{1,9 \cdot 0,2}} = 22,1 \text{ м};$$

$$x = \sqrt[3]{3 \cdot 22,1^2 \cdot 3} = 16,3 \text{ м};$$

Площадь поверхности ограждения перпендикулярной направлению движения струи в расчете на одну струю $F_n = 82,9/4 = 20,7 \text{ м}^2$.

$$\bar{x} = 16,3 / 2\sqrt{20,7} = 1,8$$

$$F = 0,062 / 20,7 = 0,003$$

Исходя из полученных значений $\bar{x}$ и F по [8] $k_c = 0,75$.

Исходя из соотношения $x/l = 16,3/1,7 = 9,6$ по [8] $k_v = 1$ (для скорости),
 $k_v = 1$ (для температуры).

$$N / F_0 = 22,1 / 0,062 = 356 > 100 \rightarrow k_n = 1;$$

$$V_x = \frac{2 \cdot 2,5 \sqrt{0,062}}{16,3} \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 = 0,06 \text{ м/с.}$$

Согласно требованиям СП [13, прил.Б]: $k = 1,8$, $V_v = 0,3 \text{ м/с.}$

$V_x = 0,06 < k V_v = 0,54$, условие (4.27) выполнено.

$$\Delta t_x = \frac{1,9 \cdot 0,2 \sqrt{0,062}}{16,3} \cdot \frac{1}{0,75 \cdot 1} = 0,008^\circ \text{C}.$$

$$\Delta t_{\text{доп}} = 1,5^\circ \text{C} \text{ [13, прил. В]}$$

$\Delta t_x = 0,008 < \Delta t_{\text{доп}} = 1,5$, условие (4.19) выполнено.

Для остальных помещений расчет проводится аналогично приведенному, подобранные воздухораспределители представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Подбор воздухораспределительных устройств.

Наименование помещений	Тип воздухораспределителя		Количество воздухораспределителей	
	На притоке	На вытяжке	На притоке	На вытяжке
2 Зона предпродажной подготовки	PB-2	PB-2	4	4
3 Мойка	PB-2	PB-2	2	2
5 Выставочный зал	PB-2	PB-2	4	4
10 Кабинет директора	PB-1	PB-1	2	2
11 Переговорная	PB-1	PB-1	1	1
12 Переговорная	PB-1	PB-1	1	1
4 Сан. узел	-	ДПУ-125	-	1
7 Сан. узел	-	ДПУ-125	-	1
8 Сан. узел	-	ДПУ-125	-	1
6 Душевая	-	ДПУ-125	-	1

Аэродинамический расчет

Расчет выполнен по методике представленной в [14].

Расчет начинают с расчета магистрального воздуховода, а затем увязывают все ответвления.

Полные потери, P_a определяются по формуле:

$$P = Rl + Z, \quad (4.20)$$

где Rl - потери давления на трение по длине участка;

Z - потери давления на местные сопротивления на участке воздуховода,

P_a , определяются как:

$$Z = \sum \zeta P_{\text{дин.}}, \quad (4.21)$$

где $\sum \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений [14];

$P_{\text{дин}}$ - динамическое давление, P_a .

Невязка потерь давления на ответвлениях определяется по формуле:

$$\frac{\Delta p_{\text{маг}} - \Delta p_{\text{отв}}}{\Delta p_{\text{маг}}} \leq \pm 15\%. \quad (4.22)$$

Если невязка более 15% для уравнивания расчетных потерь давления на ответвлениях устанавливаются диафрагмы, коэффициент местного сопротивления которых определяется по формуле:

$$\zeta_d = \frac{\Delta p_{\text{маг}} - \Delta p_{\text{отв}}}{P_d}. \quad (4.23)$$

По значению ζ_d по [14] определяют диаметр отверстия диафрагмы.

Расчетные схемы систем П2 и В2 представлены в приложении И.

Расчеты приведены для систем П2 и В2 и сведены в таблицы 4.4 и 4.5.

Остальные системы рассчитываются аналогично.

4.4 Расчет и подбор оборудования

Подбор приточных устройств осуществлен по [20].

В данном дипломном проекте предусматриваются подвесные канальные приточные установки "Климат М" в шумоизолированном корпусе.

Таблица 4.4 - Аэродинамический расчет приточной системы вентиляции П2.

№	L, м	Воздуховоды	R, Па/м	Rl, Па	$\sum \zeta$	P_d , Па	Z, Па	$Rl+Z$, Па	$\sum(Rl+Z)$, Па	Примечание
---	------	-------------	---------	--------	--------------	------------	-------	-------------	-------------------	------------

уч-ка	м³/ч					Па/м			Па		Па	Па	
			d, мм	f, м²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
магистраль													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
1	558	3,3	200	0,031	4,9	1,23	4,06	0,75	14,92	11,19	15,25	22,1	отв.90°,тр.на прох.
2	1116	3	225	0,040	7,8	3,08	9,24	0,2	37,27	7,45	16,69	38,8	тр.на прох.
3	1674	3	250	0,049	9,5	4,1	12,30	0,2	55,02	11,00	23,30	62,1	тр.на прох.
4	2230	3,7	280	0,062	10	4,27	15,80	1,1	62,05	68,25	84,05	146,2	2отв.90°, тр.на пр
5	3570	1,4	355	0,099	10,0	9,72	13,61	0	61,54	0,00	13,61	159,8	-
ответвления													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
6	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	1,5	9,32	13,98	14,24	21,1	тр.на отв.
невязка (22,1-21,1)100/22,1= 4,5%													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
7	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	4	9,32	37,27	37,53	44,4	тр.на отв.
невязка (38,8-44,4)100/38,8= -14,4%													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
8	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	6,6	9,32	61,50	61,75	68,6	тр.на отв.
невязка (62,1-68,6)100/62,1= -10,5%													
ВР	670	-		0,062	3,0			1,8	5,52	9,93	9,93		
9	670	2,5	250	0,049	4	0,59	1,48	0,75	8,81	6,61	8,09	18,0	отв.90°,тр.на пр.
ВР	670	-		0,062	3,0			1,8	5,52	9,93	9,93		
10	670	0,3	250	0,049	4	0,59	0,18	1,5	8,81	13,22	13,40	23,3	тр.на отв.
11	1340	14	280	0,062	6	1,41	19,74	1,1	22,40	24,65	44,39	44,39	2отв. 90°тр.на от.
невязка (146,2-85,7)100/146,2= 41,4%													
$\zeta_d = (146,2-85,7)/22,4 = 2,7$ на уч.11 ставим диафрагму d = 184мм													

Таблица 4.5 - Аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции В2.

№ уч-ка	L, м³/ч	l, м	Воздуховоды			R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma \zeta$	Rд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па	$\Sigma(Rl+Z), Па$	Примечание
			d, мм	f, м²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
магистраль													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
1	558	1,6	200	0,031	4,9	1,23	1,97	0,35	14,92	5,22	7,19	14,1	отв.90°,тр.на прох.
2	1116	2,8	225	0,040	7,8	3,08	8,62	0,7	37,27	26,09	34,71	48,8	2отв.90,тр.на прох.
3	1674	3	250	0,049	9,5	4,1	12,30	0	55,02	0,00	12,30	61,1	тр.на прох.
4	2230	1,3	280	0,062	10,1	4,27	5,55	1,2	62,05	74,46	80,01	141,1	тр.на прох.
Продолжение таблицы 4.5													
5	4470	0,5	355	0,099	12,6	4,4	2,20	0	96,49	0,00	2,20	143,3	-

ПОСЛ ВЕНТ	4470	3,7	355	0,099	12,6	4,4	16,28	1,65	96,49	159,2	175,5	318,8	зонт, отв.90°
ответвления													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
6	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	0	9,32	0,00	0,26	7,1	тр.на отв.
невязка (14,1-7,1)100/14,1= 50% $\zeta_d = (14,1-7,1)/9,32 = 0,8$ на уч.6 ставим диафрагму d = 194мм													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
7	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	0	9,32	0,00	0,26	7,1	тр.на отв.
невязка (48,8-7,1)100/48,8= 85% $\zeta_d = (48,8-7,1)/9,32 = 4,5$ на уч.7 ставим диафрагму d = 155мм													
ВР	558	-		0,062	2,5			1,8	3,83	6,89	6,89		
8	558	0,3	225	0,040	4	0,86	0,26	0	9,32	0,00	0,26	7,1	тр.на отв.
невязка (61,1-7,1)100/61,1= 88% $\zeta_d = (61,1-7,1)/9,32 = 5,7$ на уч.8 ставим диафрагму d = 150мм													
ВР	1120	-		0,062	5,0			1,8	15,42	27,76	27,76		
9	1120	2	280	0,062	5,1	1,01	2,02	0,35	15,65	5,48	7,50	35,3	отв.90°,тр.на прох.
ВР	1120	-		0,062	5,0			1,8	15,42	27,76	27,76		
10	1120	0,3	280	0,062	5,1	1,01	0,30	0	15,65	0,00	0,30	28,1	тр.на отв.
11	2240	2,1	315	0,078	8,0	1,24	2,60	1	39,09	39,09	41,7	41,7	отв. 90° тр. На отв.
невязка (141,1-105)100/141,1= 26% $\zeta_d = (141,1-105)/39,09 = 0,9$ на уч.11 ставим диафрагму d = 264мм													

Установка "Климат-М" осуществляет фильтрацию, подогрев, перемещение воздуха. Приточная установка предназначена для подачи чистого воздуха и других невзрывоопасных смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям не выше агрессивности воздуха.

В стандартную комплектацию "Климат-М" входят: клапан, вентилятор, нагреватель, фильтр G4, система автоматики и управления.

По графику представленному в приложении К осуществляется подбор установок стандартной комплектации: фильтр ячейковый G4, воздухонагреватель (водяной или электрический), вентилятор. В приложении Л представлена схема подобранной приточной установки. Габариты приточных установок и их технические характеристики приведены в таблицах 4.6 и 4.7.

Подбор приточной установки осуществлен для систем П1 и П2.

Таблица 4.6 - Габариты приточных установок

Наим. сист.	Тип уст-ки	В, мм	Н, мм	Л, мм	А, мм	В, мм
П2	Климат-М 31W	650	620	1250	590	410
П1	Климат-М 25W	570	500	1200	510	360

Таблица 4.7 - Основные параметры приточных установок в стандартной комплектации.

Тип уст.	Двигатель N _y , кВт	Нагрев Q _t , кВт	Питание U, В	Вес, кг
Климат-М 31W	1,1-2,2	74	400	84
Климат-М 25W	0,55-1,1	45	230/400	74

Для систем В1 и В2 по [24] подобраны шумоизолированные канальные вентиляторы. Для систем В3, В4 и В5 подобраны канальные вентиляторы для круглых каналов также по [24]. Технические характеристики подобранных вентиляторов сведены в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 - Технические характеристики канальных вентиляторов.

Позиция	Тип вентилятора	Частота вращ, об/мин	Мощность, Вт	Вес, кг
В1	KVKE 315 EC	2215	308	38,8
В2	KVKE 315 L	2364	496	42
В3	К 160 М	2412	61	3,5
В4	К 160 М	2412	61	3,5
В5	К 315 М	2578	202	6

По [25] подобраны наружные решетки АРН 700х700, $F_o = 0,476 \text{ м}^2$, $F_{ж.с.} = 0,228 \text{ м}^2$. Наружные решётки АРН предназначены для забора свежего воздуха и удаления загрязнённого воздуха из зданий.

Кондиционирование воздуха

Температура удаляемого воздуха в выставочном зале в ТП по ф. (4.4):

$$t_y = 21 + 0,5(6 - 2) = 23^\circ\text{C}.$$

Из ф. (4.8) выразим t_n , при $t_y = 23^\circ\text{C}$.

$$t_n = t_y - \frac{3,6Q^y}{L^{TP}_c} \quad (4.24)$$

$$t_{\Pi} = 23 - \frac{3,6 \cdot 42400}{1490 \cdot 1,2} = -62^{\circ}\text{C}; \quad L^{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 42400}{1,2(23-15)} = 31000 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Отсюда можно сделать вывод, что использование центрального кондиционера нецелесообразно, т.к. для того чтобы обеспечить оптимальную температуру внутреннего воздуха необходимо либо подавать воздух с температурой -62°C , при расчетном воздухообмене ($1490 \text{ м}^3/\text{ч}$), либо подавать $31000 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при нормальном перепаде температур. В связи с этим было принято решение установить VRF систему кондиционирования.

Для правильного подбора VRF системы кондиционирования необходимо провести расчет количества тепла, поступающего с наружным воздухом в ТП по формуле:

$$Q_{\text{изб}}^{\text{я}} = (L^{\text{ТП}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})) / 3,6 \quad (4.25)$$

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в}} = 21^{\circ}\text{C}; \quad t_{\text{н}} = t_{\text{н}} = 24,6^{\circ}\text{C}.$$

$$Q_{\text{изб}}^{\text{я}} = (1490 \cdot 1,2 \cdot (24,6 - 21)) / 3,6 = 1700 \text{ Вт}.$$

$$\text{Суммарные теплоизбытки: } \Sigma Q = 42400 + 1700 = 44100 \text{ Вт}.$$

Подбор VRF системы кондиционирования осуществляется по суммарным теплоизбыткам $\Sigma Q = 44100 \text{ Вт}$ по [21].

Устанавливаются наружный блок мультизональной VRF системы - DM-DP450WB/SF и четыре внутренних блока мультизональной VRF системы - RK-MD112Q4/CF (кассетные внутренние блоки стандартного размера мультизональной системы кондиционирования). Технические характеристики наружного блока сведены в таблицу 4.9, а технические характеристики внутренних блоков - в таблицу 4.10.

Гидравлический расчёт внутреннего диаметра трубопровода холодильного контура

Диаметр трубопровода определяется по формуле:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}}, \quad (4.26)$$

где ω - скорость течения вещества в трубе, принимается равным: для нагнетательного – $10-18 \text{ м/с}$; для всасываемого – $8-12 \text{ м/с}$;

Таблица 4.9 - Технические характеристики наружного блока мультizonальной VRF системы - DM-DP450WB/SF

Серия:	Размер (ШхВхГ),мм	Вес, кг	Уровень шума,дБ	Произ-ть в режиме охл-я, кВт	Мах. кол-во подключ-ых внутр.блоков	Макс.потреб ляемая мощность, кВт	Макс. длина трубопровода, м	Тип хладагента	Расход воздуха, м ³ /ч
DM-DP252- 1800WB/SF	1250x1615x765	335	61	45	26	24	175	R410a	15600

Таблица 4.10 - Технические характеристики внутренних блоков мультizonальной VRF системы - RK-MD112Q4/CF

Серия:	Размер (ШхВхГ),мм	Вес, кг	Размеры панели (ШхВхГ),м м	Вес панели, кг	Произ-ть в режиме охл-я, кВт	Напряжение, В	Макс.потребляем ая мощность, кВт	Циркуляция воздуха, м ³ /ч
RK-MD28- 140Q4/CF	840x300x840	36	950x46x950	6	11,2	220-240	0,159	1540

Таблица 4.11 - Технические характеристики воздушно - тепловой завесы.

Парамет ры питающ ей сети, В/Гц	Скор. возд. на вых. из сопла, м/с	Длина струи, м	Габаритные размеры без учета выступающих патрубков, мм	Потребляема я мощность двигателей, Вт	Тепловая мощность при max/min температуре воды, °C, кВт	Подогрев воздуха при max/min темпер. воды, °C, °C	Расход воды при max/min темпер. воды, °C, л/с	Вес (без воды), кг
220/50	8,3	3	1070 x 325 x 265	100	11,7/10	25/27	0,13/0,11	17,6

V - количество вещества, протекающего по трубе, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$V = \frac{Q_0}{(h_1 - h_2) \cdot \rho}, \quad (4.27)$$

где Q_0 - холодопроизводительность системы, кВт;

h_1 - энтальпия в начале процесса кипения фреона, кДж/кг;

h_2 - энтальпия на всасывании в компрессор, кДж/кг;

ρ - плотность вещества в рассчитываемом процессе, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$V = \frac{45}{(440 - 270) \cdot 33,67} = 0,00786 \text{ м}^3 / \text{с}; \quad d_s = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00786}{3,14 \cdot 10}} = 0,0316 \text{ м}.$$

Принимается стандартный внутренний диаметр трубопровода $d_s = 32 \text{ мм}$.

$$\text{Действительная скорость потока хладагента в трубе: } \omega = \frac{4 \cdot 0,00786}{3,14 \cdot 0,032^2} = 9,8 \text{ м} / \text{с}.$$

Для остальных участков расчет внутреннего диаметра проводится аналогично.

4.5 Расчет и подбор воздушно - тепловых завес

Расчет выполняется согласно методике приведенной в [16].

Значение $\bar{q} = 0,5$, принимается согласно [16, табл. 3.1]. В данном случае для раздвижных ворот $\mu_{\text{пр}} = 0,29$.

Расчет приведен для мойки: $\rho_n = 353 / (273 - 30) = 1,45 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$$\rho_v = 353 / (273 + 16) = 1,22 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$$\rho_c = 353 / (273 + 12) = 1,24 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

$$\Delta p_T = 9,8 \cdot 1,4 \cdot (1,45 - 1,22) = 3,16 \text{ Па}.$$

$$\Delta p_a = 0,8 \cdot 0,3^2 \cdot 1,45 / 2 = 0,052 \text{ Па}.$$

$$\Delta p = 3,16 + 0,2 \cdot 0,052 = 3,2 \text{ Па}.$$

$$G_3 = 510 \cdot 0,5 \cdot 0,29 \cdot 7,8 \sqrt{3,2 \cdot 1,24} = 1100 \text{ кг}/\text{ч}.$$

По [26] к установке принимается воздушно-тепловая завеса типа КЭВ-28П3131W с производительностью по воздуху $G_3 = 1300 \text{ кг}/\text{ч}$.

Технические характеристики КЭВ-28П3131W представлены в таблице 4.11.

5 АВТОМАТИЗАЦИЯ

Функционирование систем ТГВ направлено главным образом на обеспечение оптимальной жизнедеятельности человеческого организма. Таким образом, средства автоматизации в первую очередь должны способствовать созданию комфортных условий жизни и труда человека, предусмотренных нормативными документами [27].

Важной особенностью систем ТГВ является большая протяженность, что требует использования систем телемеханики и диспетчеризации [27].

Согласно [20] встроенный комплект автоматики обеспечивает необходимые функции защиты и управления приточной установкой. Поддержание температуры воздуха осуществляется по показаниям датчика температуры воздуха в канале на выходе из установки. В стандартный комплект автоматики пульт дистанционного управления, с функциями включения и выключения установки, изменением производительности приточного вентилятора и выходной температурой, сигнализацией о неисправностях системы и аварийных ситуациях. Пульт может располагаться на удалении от установки до 50 м. Монтаж автоматики сводится к подключению электропитания и труб теплоснабжения, что значительно сокращает время монтажа.

Стандартная комплектация:

- Датчик температуры в канале;
- Датчик температуры обратной воды;
- Датчик засорения фильтра;
- Датчик защиты от замерзания теплообменника (термостат);
- Воздушный клапан.

В основе работы любых температурных датчиков, использующихся в системах автоматического управления, лежит принцип преобразования измеряемой температуры в электрическую величину.

Канальный датчик температуры NTA010-623 предназначен для поддержания температуры в канале. Измерительным элементом датчика

является терморезистор в пластиковой гильзе, которая защищает от механических повреждений и электрических пробоев. Для создания герметичного уплотнения гильза запаяна со стороны выхода кабеля. Другой конец кабеля заранее подготовлен для присоединения (рисунок 5.1) [28].

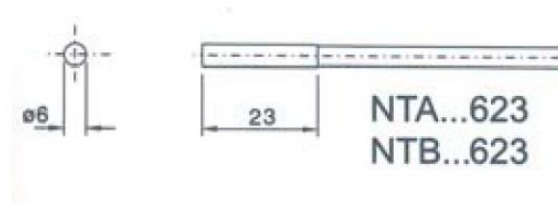


Рисунок 5.1- Габаритные размеры канального датчика температуры NTA010-623

Датчик температуры обратной воды GT-RWJ10K-3S применяется для контроля температуры на выходе из теплообменника. Датчик устанавливается непосредственно на поверхность трубы обратной воды. Он имеет на своём корпусе три различных диаметра (1/2", 3/4", 1"), что обеспечивает его плотное прилегание практически ко всем видам труб, используемых в вентиляционных установках. Датчик имеет малую инерционность, что обеспечивает высокую точность работы системы.

Термостат DBTF-3 контролирует температуру воздуха после теплообменника для предотвращения замерзания теплоносителя. Нормальное состояние - контакты красный и белый замкнуты. При понижении температуры ниже заданной контакты красный и синий замыкаются. При превышении температуры выше заданной происходит автоматический возврат в исходное состояние (см. рисунок 5.2)[28].

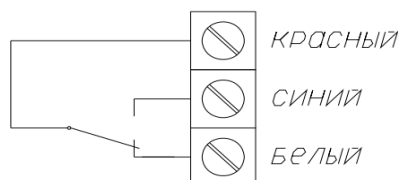


Рисунок 5.2- Схема подключения термостата

Датчик перепада давления воздуха DBL-205A (рисунок 5.3) предназначен для установки в воздушных каналах. Применяется для

активизации сигнала тревоги при достижении установленной величины, контроля загрязнения фильтра, контроля работы вентилятора, контроля над давлением. Перепад давления между обоими соединениями деформирует силиконовую диафрагму, с последующим переключением контакта. При уменьшении давления ниже установленного порога происходит автоматический возврат в исходное состояние.

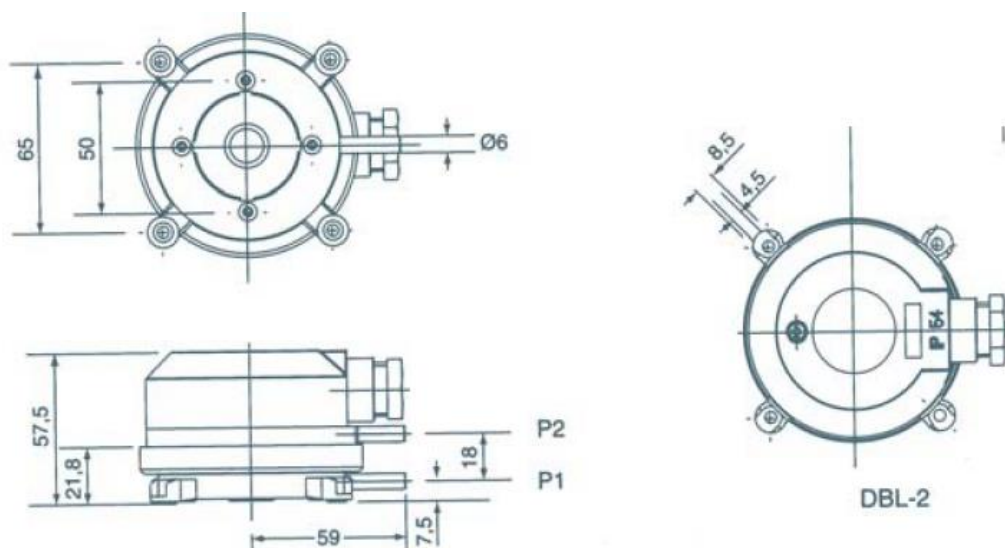


Рисунок 5.3- Габаритные размеры датчика давления DBL-205A

Воздушные клапаны необходимы для прекращения движения воздуха по каналам вентиляции во время остановки системы или для изменения интенсивность потока воздуха. Конструкция клапанов представляет собой металлический корпус круглого сечения и заслонку. Управляется заслонка посредством электропривода. Заслонка клапана может удерживаться в необходимом положении. Прикрывается она герметично и пропускает не более 10% воздуха, так как по периметру оснащена уплотнителем.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В основе организации монтажных сантехнических работ лежит поточный метод – метод постоянного и бесперебойного производства работ, который основан на результативном совмещении последовательного и параллельного методов. Сущность этого метода в том, что бригады рабочих стабильного состава, снабженные уместным набором инструментов и машин, совершают одни те же работы, наиболее совмещенные по времени.

Монтаж внутренних систем рекомендуется выполнять в соответствии с требованиями СП, стандартов и инструкций заводов-изготовителей оборудования [30,31]. До начала монтажа внутренних систем должны быть проделаны следующие работы:

- проложен ввод водоснабжения в здание;
- выполнена подготовка под полы;
- установлены опоры под трубопроводы, прокладываемые в подпольных каналах и технических подпольях;
- зафиксированы закладные детали в строительных конструкциях;
- пробиты и заготовлены 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.

Отопление.

Работы по монтажу трубопроводов систем отопления рекомендуется производить в последовательности:

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:
 - соединение полипропиленовых труб, а также деталей и узлов из них следует выполнять контактной сваркой в раструб или резьбовое соединение с металлическими трубопроводами, на накидных гайках и фланцах (к арматуре и оборудованию),

- при соединении металлических труб с резьбовыми соединительными деталями из полипропилена уплотнение осуществляется фторопластовой лентой (ФУМ) или другим уплотнительным материалом.

- отклонения линейных размеров собранных узлов не должны превышать ± 3 мм при длине до 1 м и ± 1 мм на каждый последующий метр.

4. Крепление трубопроводов.

Фиксация трубопроводов в проектном положении выполняется при помощи хомутов, фиксаторов, скоб и других крепежных изделий.

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.

Конвекторы должны устанавливаться на расстоянии:

- не менее 20 мм от поверхности стен до оребрения конвектора без кожуха; вплотную или с зазором не более 3 мм от поверхности стены до оребрения нагревательного элемента настенного конвектора с кожухом;
- не менее 20 мм от поверхности стены до кожуха напольного конвектора.

Расстояние от верха конвектора до низа подоконной доски должно быть не менее 70 % глубины конвектора.

Расстояние от пола до низа настенного конвектора с кожухом или без кожуха должно быть не менее 70% и не более 150% глубины устанавливаемого отопительного прибора.

Вентили должны устанавливаться таким образом, чтобы среда поступала под клапан. Шпиндели кранов двойной регулировки следует устанавливать вертикально при расположении отопительных приборов без ниш, а при установке в нишах - под углом 45° вверх.

По завершении монтажных работ должны быть выполнены испытания трубопроводов отопления. Испытания должны производиться до начала отделочных работ. Испытание водяных систем отопления должно производиться при отключенных котлах и расширительных сосудах гидростатическим методом давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2кгс/см²) в самой нижней точке системы. Заполняют систему через обратную магистраль, подключив ее к водопроводу. После наполнения системы закрывают все воздухоотборники и включают ручной или приводной гидравлический пресс, которым создают требуемое давление. Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 минут нахождения ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2кгс/см²) и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Определение состава и объема работ

Расчет объемов строительных и монтажных работ производится по чертежам, при этом учитываются единицы измерения принятые в ЕНиР. Работы проводятся в одну захватку.

Результаты расчета объемов работ сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Ведомость объемов монтажных работ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
1	2	3	4	5
	Монтаж отопления:			
2	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	3,23	
3	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 25 мм	100 отв.	0,22	
4	Комплектование и подноски материалов и изделий	т	0,12	
Продолжение таблицы 6.1				
	Прокладка труб магистрали			
	Ø 16	м	119,6	

5	Ø 20	м	52,2	
	Ø 25	м	31	
	Ø 32	м	61,4	
	Ø 40	м	34,8	
	Ø 50	м	24,2	
6	Установка конвекторов	шт	53	
7	Установка воздухоотводчиков	шт	35	
8	Контактная сварка в раструб трубопроводов			
	- вертикальная неповоротная	стык	60	
	- горизонтальная неповоротная	стык	18	
9	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов	100 м	3,23	
		1 шт.	35	

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР) [29].

Трудоемкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8,2}, \quad (6.1)$$

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

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

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

Результаты расчета трудоемкости работ сведены в таблицу 6.2

Таблица 6.2 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование (ЕНиР, ГЭСН)	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	3,23	0.5	0,5	бразр-1
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях электрической сверлильной машиной	100 отв.	Е9-1-46	11,5	0,22	0,3	0.3	3разр-2
3	Комплектование и поднос материалов и изделий	т	Е 9-1-41	3	0,12	0,04	0,04	4разр-1 , 2разр-1
4	Прокладка полиэтиленовых труб магистрали Ø 16- Ø 32 Ø 40 Ø 50	м	Е 9-1-4	0,2 0,2 0.2	264,2 34,8 24,2	6,4 0,8 0,6	6,4 0,8 0,6	4разр-2 , 3разр-1
5	Установка конвекторов	шт	Е 9-1-10	0,87	53	5,3	5,3	4разр-1, 3разр-1
6	Установка автоматических воздухоотводчиков	шт	Е9-1-19	0,92	35	3,9	3,9	5разр-1 , 3разр-1
7	Контактная сварка в раструб трубопроводов							
	- вертикальная неповоротная	стык	Е22-2-1	0,06	60	0,4	0,4	Эл.свар. бразр.-1
	- горизонтальная неповоротная	стык		0,07	18	0,15	0,15	

Продолжение таблицы 6.2								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Испытание трубопроводов и нагревательных приборов:							
	- первое рабочее испытание отдельных частей системы	100 м	Е9-1-8	5,3	3,23	2,1	2,1	5разр-1,4разр-1 , 3разр-1
	- рабочая проверка системы в целом	100 м	Е9-1-8	2,8	3,23	1,1	1,1	6разр-1,5разр-1 , 4разр-1
	- проверка на прогрев отопительных приборов с регулировкой	шт	Е9-1-8	0,11	53	0,7	0,7	6разр-1
	- окончательная проверка системы при сдаче	100 м	Е9-1-8	2,3	3,23	0,9	0,9	6разр-1ч, 5разр-1
	Итого:						23,2	
	Подготовительные работы – 4%:						0,93	
	Работы за счет накладных расходов – 10 %:						2,32	
	Всего:						26,5	

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Так как проектируемый объект - автосалон "Opel" является общественным зданием и никакие производственные процессы там не выполняются, то в данном разделе будут рассматриваться вредности, выделяющиеся только при монтаже.

Технологические характеристики объекта сведены в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс ¹	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	Сварка полипропиленовых труб	Контактная сварка в раструб трубопроводов из полипропилена	"Монтажник внутренних санитарно-технических систем и оборудования"	Ручной паяльник применяется для пайки полипропиленовых труб малого диаметра (в основном до 63 мм)	Металл

Перечень и предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, выделение которых возможно при сварке труб из полипропилена, приведены в таблице 7.2. [33].

Таблица 7.2 - ПДК вредных веществ при сварке труб из полипропилена

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Формальдегид	0,5	2
Полипропилен (нестабилизированный) (аэрозоль)	10	3
Оксид углерода	20	4

Таблица 7.3 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ ¹	Опасный и вредный производственный фактор ²	Источник опасного и вредного производственного фактора ³
1	Контактная сварка в раструб трубопроводов из полипропилена	Формальдегид, полипропилен и окись углерода относятся к химическим опасным и вредным производственным факторам, которые по характеру воздействия на человека подразделяются на: токсические, мутагенные, раздражающие и т. д. [32]	Ручной паяльник применяемый для пайки полипропиленовых труб при высоких температурах.

Таблица 7.4 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п / п	Опасный и вредный производ-ый фактор ¹	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	Формальдегид; Полипропилен; Окись углерода.	- Помещение должно быть обеспечено первичным средством оказания медицинской помощи - аптечкой первой помощи универсальной по ТУ 64-7-51-77. - К сварочным работам допускают лиц, не моложе 18 лет, прошедших медицинский осмотр, теоретический и практический курс обучения, ознакомленных с руководством по эксплуатации сварочного оборудования и получивших квалификационный разряд по специальности "Работник химзащиты", "Паяльщик по винипласту" или "Слесарь-трубопроводчик". - Помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения из расчета на каждые 600 м² площади. - В местах производства работ, а также рядом с местами хранения труб запрещается разводить огонь, производить электросварочные работы по металлу и хранить легковоспламеняющиеся вещества. - В помещениях, где производятся работы должна быть предусмотрена общеобменная приточно-вытяжная вентиляция. - Сварочное оборудование перед его перемещением необходимо отключить от электрической сети. - Общее освещение должно соответствовать требованиям СНиП II-4-79* "Естественное и искусственное освещение" по IV разряду работы [33].	- Применение индивидуальных средства защиты: - противогаз шланговый ПШ-1 по ТУ 6-16-2053-76; - противогаз шланговый ПШ-2 по ТУ 6-16-2054-76; - шлем "МИОТ-49" по ТУ 1-01-0521-81. - Для предохранения от ожогов нагретым инструментом и расплавом свариваемого материала работающие обеспечиваются специальной одеждой (комбинезонами, перчатками и спецобувью) [33].

Таблица 7.5 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок монтажных работ	Ручной паяльник для пайки полипропиленовых труб	В (пожары плавящихся твердых веществ и материалов)	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения.	Токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.

Таблица 7.6 - Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожар-я	Мобильные средства пожар-я	Установки пожаротушения	Средства пожарно й автомати ки	Пожарное оборудов ание	Средства индивиду альной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизиров анный и немеханизиро ванный)	Пожарн ые сигнализ ация, связь и оповеще ние.
Огнетуш ители, внутренн ий пожарны й кран, песок, кошма, асбестово е полотно др.	Пожар ные автомо били	Поро шковая, пенная, аэроз ольная и т.д.	Систем ы передач и извещен ий о пожаре, извещат ели пожарн ые и т.д.	Рукавная арматура, огнетуши тели, пожарные гидранты, шкафы, стволы и т.д.	Противог азы, респирато ры, фильтрую щие самоспаса тели	Ручная машина, приводимая в действие от электродвигат еля. Инструмент, приводимый в действие от ручного (ножного) насоса	Автомат ическая установк а пожарно й сигнализ ации (АУПС)

Таблица 7.7 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сварка полипропиленовых труб	Контактная сварка в раструб трубопроводов из полипропилена	Помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения из расчета на каждые 600 м ² площади: -огнетушителем типа ОУ-2 по ГОСТ 7276-77; -асбестовой тканью по ГОСТ 6102-78*.

Таблица 7.8 – Идентификация экологических факторов

Наим-ие техническ ого объекта, технологи ческого процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологическог о процесса.	Воздействие объекта на атмосферу (выбросы в окружающую среду)	Воздействие объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие объекта на литосферу (почву, растительны й покров, недра)
Сварка полипропи леновых труб	Проектируемый автосалон предназначен для продажи и предпродажной подготовки легковых автомобилей марки "Opel", где производится монтаж систем отопления, а именно: контактная сварка в раструб трубопроводов из полипропилена при помощи ручного паяльника.	Высокие концентрации формальдегида, летучих веществ, содержащихся в продуктах термоокислительной деструкции полипропилена в атмосфере приводят к изменениям свойств атмосферы, ее химического состава, теплового режима и т. д. Приводят к раздражению верхних дыхательных путей, слезоточению глаз, удушью, головной боли при систематическом вдыхании.	Формальдегид вымывается из воздуха дождевыми водами. Он конденсируется с аминками, с аммиаком образует уротропин. В водной среде формальдегид подвергается деградации, обусловленной действием ряда бактерий, что губительно влияет на гидросферу (изм. качества вод, истощение биологической продуктивности водоемов и т. д.)	При попадании химических соединений от сварки на литосферу происходит нарушение и загрязнение растительног о покрова, плодороднос ть почвы значительно уменьшается и т. д.

Таблица 7.9 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка полипропиленовых труб
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Главный путь предупреждения загрязнения атмосферы должен заключаться в постепенном сокращении вредных выбросов, ликвидации их источников.
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Мероприятия по уменьшению загрязнения вод связаны прежде всего с совершенствованием технологических процессов и методов использования вод, их очистки. А также сокращение вредных выбросов.
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Самым важным мероприятием по снижению антропогенного воздействия на литосферу является сокращение вредных выбросов и ликвидации их источников.

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. ГОСТ 30 494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <http://www.npmaap.ru/possnips/standpr/gost30494.html>
3. 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>
4. Титов, В. П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий / В. П. Титов, Э. В. Сазонов, Ю. С. Краснов, В. И. Новожилов. - М. : Стройиздат, 1985. - 206 с.
5. Епишкин, В. Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине "Проектирование предприятий автомобильного транспорта" / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. - Т.: ТГУ, 2008. - 284 с.
6. ВСН 01-89. Ведомственные строительные нормы предприятия по обслуживанию автомобилей. Минавтотранс РСФСР (взамен СНиП П-93-74). [Электронный ресурс]. - Введ. 1990.- 01.- 12.- Режим доступа: <http://masterparking.ru/doc/vsn.pdf>
7. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН. [Электронный ресурс]. – Введ. 2003. - 04. - 30. - Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/42/42033/index.htm.
8. Торговников, Б. М. Проектирование промышленной вентиляции / Б. М. Торговников, В. Е. Табачник, Е. М. Ефанов. - К.: Будивельник, 1983. - 252 с.

9. Каталог "PRO AQUA". Технический каталог. Пропиленовые трубы и фитинги. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.poisk-ir.ru/ovk/instr/proaqua_pp.pdf.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Старовойтова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
11. Паспорт 5975.00.00 ПС. Фильтры магнитные. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://1armatura.ru/images/filtr/passport-filtr-vodopribor.pdf>
12. Каталог "ГРАНБАЛАНС". Технический каталог. Балансировочные клапаны для систем отопления, холодоснабжения и кондиционирования. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.teh-avangard.ru/i/misc/Балансировочные%20клапаны%20ГРАНБАЛАНС®.pdf>
13. 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>
14. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3-х ч. Под. ред. Н. Н. Павлова. Изд. 4-е, перераб. и доп. Ч. III. Вентиляция и кондиционирование воздуха - М.: Стройиздат, 1992. - 416 с.
15. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87. [Электронный ресурс]. - Введ. 2011.- 05.- 20.- Режим доступа: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293811/4293811491.pdf>
16. Прохоренко, А. П. Расчет двухсторонних воздушных завес у наружных ворот и технологических проемов производственных зданий. Учеб. пособие / А. П. Прохоренко. - Т.: ТГУ, 2003. - 20с.
17. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. [Электронный ресурс]. - Введ. 2014.- 09.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>
18. Сканави, А. Н. Отопление : учеб. для студ. вузов/ А. Н. Сканави, Л. М. Махов. – Гриф МО. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.

19. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Строительные нормы и правила Российской Федерации. [Электронный ресурс]. - Введ. 2003.- 11.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200034564>
20. Компания "EUROVENT". Каталог вентиляционного оборудования 2012-2013. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.eurovent.ru/>
21. Компания "DANTECH". Технический каталог. Кондиционеры для мегаполиса. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://dantex.ru/products/industrial/mvs_r-22/
22. Компания "СКОКА". Технический каталог. Конвекторы отопления, пластиковые трубы, элементы пластиковых труб. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ckoka63.ru/>
23. Компания "VELUM". Технический каталог. Затемняемое стекло. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://archi.ru/files/adv/wind/Velum-archi.pdf>
24. Компания "Systemair". Технический каталог. Вентиляционное оборудование. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://системаир-москва.рф/>
25. Компания "АРКТИКА". Технический каталог. Наружные решетки АРН. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.arktika.ru/html/arn.htm>
26. Компания "Тепломаш". Технический каталог. Тепловые завесы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://тепловая-завеса.рф/products/teplovyye-zavesy/?yclid=2614497585723346013>
27. Мухин, О. А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / О. А. Мухин . - М.: Высшая школа, 1986. - 304 с.
28. Компания "Евроклимат". Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Автоматика приточной системы вентиляции. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://oasis-stroy.com/docs/instrukcia_system_vent.pdf.
29. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 «Монтаж внутренних санитарно-технических систем». Выпуск 1. «Отопление, водопровод, канализация и газоснабжение»

30. СП 40-101-96. «Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена \Рандом сополимер\» [Электронный ресурс]. - Введ. 1996.- 04.- 09.- Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2114/
31. Типовая технологическая карта разработана на монтаж внутреннего трубопровода систем отопления с запорно-регулирующей арматурой и установкой отопительных приборов. - СПб, ООО «Строительные Технологии», 2012.
32. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. - Введ. 1976.- 01.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-003-74-ssbt>.
33. ОСТ 95 10138-85. Сварка контактная стыковая труб из полипропилена. Типовой технологический процесс. [Электронный ресурс]. - Введ. 1986.- 07.- 01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200068263>.
34. Компания "ТРИУМФ". Технический каталог. Теплообменное оборудование. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://zavodtriumph.ru/catalog/grjazevik/grjazeviki-dlja-teplovykh-punktov-gtp-serija-ts-569/ts-56900000-10/>.

Приложение А

Таблица А.1 - Гидравлический расчет системы отопления №1.

№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	P _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль													
1-2	15061	648	12,6	295	32x5,4	196	2469,6	0,54	11,2	1576,4	140,7	4046	угольник 90 -1,2x3; вентиль - 7,6
2-3	9889	425	2,5	295	32x5,4	98	245	0,35	0,25	14,8	59,1	260	тр. На прох. - 0,25
3-4	8165	351	8,8	295	32x5,4	69	607,2	0,29	5,05	205,0	40,6	812	тр. На прох - 0,25; угольник 90-1,2x4
4-5	7532	324	2,8	295	25x4,2	176	492,8	0,4	1,6	123,6	77,2	616	тр. На разд. Пот. - 1,2; муфта переходная - 0,4
5-6	5808	250	2,8	295	25x4,2	118	330,4	0,33	0,25	13,1	52,6	344	тр. На прох - 0,25
6-7	4084	176	3,9	295	25x4,2	69	269,1	0,25	1,45	43,7	30,2	313	тр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2
7-8	3766	162	2,8	295	20x3,4	156	436,8	0,32	0,65	32,1	49,4	469	тр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
8-9	3448	148	5,1	295	16x2,7	461	2351,1	0,52	1,85	241,5	130,5	2593	тр. На прох.-0,25; угольник 90-1,2; муфта перех.-0,4
9-10	1724	74	7,8	295	16x2,7	118	920,4	0,25	8,9	272,0	30,6	1192	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x4; конвектор - 1,6; тр. На прох. - 0,25x2
10-11	3448	148	5,1	295	16x2,7	461	2351,1	0,52	1,45	191,7	132,2	2543	тр. На прох. - 0,25; угольник 90 - 1,2
11-12	3766	162	2,8	295	20x3,4	156	436,8	0,32	0,65	32,5	50,1	469	тр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
12-13	4084	176	3,9	295	25x4,2	69	269,1	0,25	1,85	56,5	30,6	326	тр. На прох. - 0,25; угольник 90 - 1,2; муфта переходная - 0,4
13-14	5808	250	2,8	295	25x4,2	118	330,4	0,33	0,25	13,3	53,2	344	тр. На прох. - 0,25
14-15	7532	324	2,8	295	25x4,2	176	492,8	0,4	0,8	62,6	78,2	555	тр. На соедин. Пот. - 0,8
15-16	8165	351	8,8	295	32x5,4	69	607,2	0,29	5,45	224,1	41,1	831	тр. На прох. - 0,25; угольник 90 - 1,2x4; муфта переходная - 0,4

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16-17	9889	425	2,5	295	32x5,4	98	245	0,35	0,25	15,0	59,9	260	тр. На прох. - 0,25
17-1	15061	648	12,6	295	32x5,4	196	2469,6	0,54	11,2	1596,7	142,6	4066	угольник 90 -1,2x3; вентиль - 7,6
$\Delta P_p = 40974 \text{ Па}; \text{Невязка} = \frac{40974 - 20039}{40974} = 51\%;$												Всего: 20039	
Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN25 при настройке 0,5; Kv = 1,3 м3/ч													
Ответвление 1													
2-19	3448	148	2,5	59	16x2,7	461	1152,5	0,52	1,8	234,9	130,5	1387	тр. На разд. Пот. - 1,2; муфта переходная - 0,6
19-20	1724	74	7,6	59	16x2,7	93	706,8	0,2	8,9	174,1	19,6	881	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x4; конвектор - 1,6, тр. На прох.- 0,25x2
20-17	3448	148	2,7	59	16x2,7	461	1244,7	0,52	0,8	105,8	132,2	1350	тр. На соедин. Пот. - 0,8
$\text{Невязка} = \frac{11927 - 3619}{11927} = 69\%;$												Всего: 3619	
Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,7; пропускная способность Kv = 0,45 м3/ч													
Ответвление 2													
4-21	636	27	1,6	59	16x2,7	34	54,4	0,13	1,8	14,7	8,2	69	тр. На разд. Пот. - 1,2; муфта переходная -0,6
21-22	318	14	7,8	59	16x2,7	34	265,2	0,13	8,9	73,5	8,3	339	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x4; конвектор - 1,6; тр. На прох.- 0,25x2
22-15	636	27	1,6	59	16x2,7	34	54,4	0,13	0,8	6,6	8,3	61	тр. На соедин. Пот. - 0,8
$\text{Невязка} = \frac{9763 - 469}{9763} = 95\%;$												Всего: 469	
Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,37 м3/ч													

Продолжение таблицы А.1												
№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	P _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стояки												
Ст.2	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{1192 - 500}{1192} = 58\%$; Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2,5; пропускная способность Kv = 1,3 м3/ч												
Ст.3	318	14	2,7	16x2,7	34	91,8	0,12	6	41,7	7,0	134	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{6328 - 134}{6328} = 97\%$; Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,6; пропускная способность Kv = 0,4 м3/ч												
Ст.4	318	14	2,7	16x2,7	34	91,8	0,12	6	41,7	7,0	134	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{7266 - 134}{7266} = 98\%$; Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,37 м3/ч												
Ст.5	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{7904 - 500}{7904} = 94\%$; Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,9; пропускная способность Kv = 0,5 м3/ч												
Ст.6	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{8592 - 500}{8592} = 94\%$; Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,8; пропускная способность Kv = 0,45 м3/ч												

Продолжение таблицы А.1												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ст.7	318	14	2,7	16x2,7	34	91,8	0,12	6	41,7	7,0	134	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{339 - 134}{339} = 60\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2,2; пропускная способность $K_v = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$												
Ст.9	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,16
$\text{Невязка} = \frac{11407 - 500}{500} = 96\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,6; пропускная способность $K_v = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$												
Ст.10	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{11927 - 500}{11927} = 96\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,6; пропускная способность $K_v = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$												
Ст.11	1724	74	2,7	16x2,7	118	318,6	0,25	6	181,0	30,2	500	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{881 - 500}{881} = 43\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2,5; пропускная способность $K_v = 1,3 \text{ м}^3/\text{ч}$												

Таблица А.2 - Гидравлический расчет системы отопления №2.

№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	P _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	3002	129	6	59	20x3,4	137	822	0,3	2,4	104,3	43,4	926	угольник 90 -1,2x2
2-3	2509	108	3,8	59	20x3,4	78	296,4	0,25	2,65	79,9	30,2	376	тр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x2
3-4	2016	87	4,2	59	20x3,4	39	163,8	0,16	0,25	3,1	12,4	167	тр. На прох. - 0,25
4-5	1523	65	4,2	59	16x2,7	88	369,6	0,2	0,65	12,5	19,3	382	тр. На прох.- 0,25; муфта переходная - 0,4
5-6	1232	53	4,2	59	16x2,7	59	247,8	0,18	0,25	3,9	15,6	252	тр. На прох. - 0,25
6-7	815	35	11,3	59	16x2,7	34	384,2	0,13	15,75	128,5	8,2	513	тр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x5; кран шаровый-9,5
7-8	632	27	9	59	16x2,7	34	306	0,13	8,9	72,6	8,2	379	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x4; конвектор - 1,6; тр. На прох.-0,25x2
8-9	815	35	11,3	59	16x2,7	34	384,2	0,13	15,75	128,5	8,2	513	тр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x5; кран шаровый-9,5
9-10	1232	53	4,2	59	16x2,7	59	247,8	0,18	0,25	3,9	15,6	252	тр. На прох. - 0,25
10-11	1523	65	4,2	59	16x2,7	88	369,6	0,2	0,65	12,5	19,3	382	тр. На прох.- 0,25; муфта переходная - 0,4
11-12	2016	87	4,2	59	20x3,4	39	163,8	0,16	0,65	8,1	12,5	172	тр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
12-13	2509	108	3,8	59	20x3,4	78	296,4	0,25	2,65	81,0	30,6	377	тр. На прох.- 0,25; угольник 90-1,2x2
13-1	3002	129	6	59	20x3,4	137	822	0,3	2,4	105,6	44,0	928	угольник 90 -1,2x2
$\Delta P_p = 40974 \text{ Па}; \quad \text{Невязка} = \frac{40974 - 5618}{40974} = 86\%;$												Всего: 5618	Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность K _v = 0,25 м ³ /ч

Продолжение таблицы А.2												
№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	P _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стойки												
Ст.14	182	8	2,7	16x2,7	24,5	66,15	0,08	6	18,5	3,1	85	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{379 - 85}{379} = 78\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2,2; пропускная способность K _v = 1 м ³ /ч												
Ст.15	417	18	2,7	16x2,7	26,5	71,55	0,1	6	29,0	4,8	101	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{1404 - 101}{1404} = 93\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2,2; пропускная способность K _v = 1 м ³ /ч												
Ст.16	291	13	2,7	16x2,7	24,5	66,15	0,08	6	18,5	3,1	85	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{1907 - 85}{1907} = 96\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 1,5; пропускная способность K _v = 0,7 м ³ /ч												
Ст.17	493	21	2,7	16x2,7	26,5	71,55	0,1	6	29,0	4,8	101	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{2672 - 101}{2672} = 96\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 1,5; пропускная способность K _v = 0,7 м ³ /ч												
Ст.18	493	21	2,7	16x2,7	26,5	71,55	0,1	6	29,0	4,8	101	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{3010 - 101}{3010} = 97\%,$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 1,3; пропускная способность K _v = 0,6 м ³ /ч												

Продолжение таблицы А.2												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ст.18а	493	21	2,7	16х2,7	26,5	71,55	0,1	6	29,0	4,8	101	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соед. Пот.-0,8; угольник 90- 1,2х2; конвектор - 1,6
$Невязка = \frac{3764 - 101}{3764} = 97\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 1,3; пропускная способность Kv = 0,6 м3/ч												

Таблица А.3 - Гидравлический расчет системы отопления №3.

№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	R _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Магистраль													
1-2	42948	1847	6,6	59	50x8,4	147	970,2	0,6	8,1	1407,5	173,8	2378	угольник 90 -1,2x2; вентиль - 5,7
2-3	40264	1731	1,7	59	50x8,4	137	232,9	0,58	2,4	389,7	162,4	623	угольник 90 -1,2x2
3-4	37580	1616	3,8	59	50x8,4	118	448,4	0,55	0,25	36,5	146,0	485	тр. На прох. -0,25
4-5	34896	1501	6,1	59	40x6,7	245	1494,5	0,7	5,45	1289,0	236,5	2783	тр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x4; муфта переходная - 0,4
5-6	32212	1385	1,8	59	40x6,7	235	423	0,7	0,25	59,1	236,5	482	тр. На прох.-0,25
6-7	29528	1270	4	59	40x6,7	176	704	0,6	0,25	43,4	173,8	747	тр. На прох.-0,25
7-8	26844	1154	2,2	59	40x6,7	127	279,4	0,5	0,25	30,2	120,7	310	тр. На прох.-0,25
8-9	24160	1039	3,3	59	40x6,7	118	389,4	0,5	0,25	30,2	120,7	420	тр. На прох.-0,25
9-10	21476	923	2,8	59	32x5,4	343	960,4	0,7	1,85	437,5	236,5	1398	тр. На прох.- 0,25; угольник 90-1,2; муфта переходная - 0,4
10-11	18792	808	2	59	32x5,4	245	490	0,6	0,25	43,4	173,8	533	тр. На прох. -0,25
11-12	16108	693	2	59	32x5,4	225	450	0,58	0,25	40,6	162,4	491	тр. На прох.-0,25
12-13	13424	577	2	59	25x4,2	392	784	0,68	0,65	145,1	223,2	929	тр. На прох.- 0,25; муфта переходная - 0,4
13-14	10740	462	2	59	25x4,2	294	588	0,55	0,25	36,5	146,0	625	тр. На прох.-0,25
14-15	8056	346	2	59	25x4,2	245	490	0,49	0,25	29,0	115,9	519	тр. На прох.-0,25
15-16	5372	231	9,3	59	20x3,4	294	2734,2	0,45	6,65	650,0	97,7	3384	тр. На прох.-0,25; угольник 90-1,2x5; муфта переходная - 0,4
16-17	2684	115	15	59	16x2,7	216	3240	0,33	9,3	488,8	52,6	3729	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соед. Пот.- 0,8; угольник 90-1,2x4; конвектор - 1,6; муфта переходная - 0,4; тр. На прох- 0,25x2

Продолжение таблицы А.3													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17-18	5372	231	9,3	59	20x3,4	294	2734,2	0,45	6,65	658,4	99,0	3393	гр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x5; муфта переходная - 0,4
18-19	8056	346	2	59	25x4,2	245	490	0,49	0,65	76,3	117,4	566	гр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
19-20	10740	462	2	59	25x4,2	294	588	0,55	0,25	37,0	147,9	625	гр. На прох. - 0,25
20-21	13424	577	2	59	25x4,2	392	784	0,68	0,25	56,5	226,1	841	гр. На прох. - 0,25
21-22	16108	693	2	59	32x5,4	225	450	0,58	0,65	106,9	164,5	557	гр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
22-23	18792	808	2	59	32x5,4	245	490	0,6	0,25	44,0	176,0	534	гр. На прох. - 0,25
23-24	21476	923	2,8	59	32x5,4	343	960,4	0,7	1,45	347,4	239,6	1308	гр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2
24-25	24160	1039	3,3	59	40x6,7	118	389,4	0,5	0,65	79,4	122,2	469	гр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
25-26	26844	1154	2,2	59	40x6,7	127	279,4	0,5	0,25	30,6	122,2	310	гр. На прох. - 0,25
26-27	29528	1270	4	59	40x6,7	176	704	0,6	0,25	44,0	176,0	748	гр. На прох. - 0,25
27-28	32212	1385	1,8	59	40x6,7	235	423	0,7	0,25	59,9	239,6	483	гр. На прох. - 0,25
28-29	34896	1501	6,1	59	40x6,7	245	1494,5	0,7	5,05	1209,8	239,6	2704	гр. На прох. - 0,25; угольник 90-1,2x4
29-30	37580	1616	3,8	59	50x8,4	118	448,4	0,55	0,65	96,1	147,9	545	гр. На прох. - 0,25; муфта переходная - 0,4
30-31	40264	1731	1,7	59	50x8,4	137	232,9	0,58	2,4	394,7	164,5	628	угольник 90 -1,2x2
31-1	42948	1847	6,6	59	50x8,4	147	970,2	0,6	8,1	1425,6	176,0	2396	угольник 90 -1,2x2; вентиль - 5,7
$\Delta P_p = 40974 \text{ Па}; \quad \text{Невязка} = \frac{40974 - 35940}{40974} = 12\% \leq 15\%$												Всего: 35940	

Продолжение таблицы А.3													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 1													
2-31	2684	115	14,4	59	16x2,7	206	2966,4	0,33	12,2	641,3	52,6	3608	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x6; конвектор - 1,6; муфта переходная -0,7x2
$\text{Невязка} = \frac{31166 - 3608}{31166} = 88\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,25 м3/ч													

№ уч.	Q, Вт	G _{уч} , кг/ч	l, м	d, мм	R _ф , Па/м	R _{фl} , Па	w, м/с	Σζ	Z, Па	P _{дин} , Па	ΔP, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стойки												
Ст.20	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{29916 - 950}{29916} = 97\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,3 м3/ч												
Ст.21	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{28887 - 950}{28887} = 96\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,3 м3/ч												
Ст.22	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{23399 - 950}{23399} = 95\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; Kv = 0,35 м3/ч												
Ст.23	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6

Продолжение таблицы А.3

$\text{Невязка} = \frac{22434 - 950}{22434} = 95\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; Kv = 0,35 м3/ч												
Ст.24	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{20939 - 950}{20939} = 95\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,37 м3/ч												
Ст.25	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{20319 - 950}{20319} = 95\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,37 м3/ч												
Ст.26	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{19431 - 950}{19431} = 95\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,5; пропускная способность Kv = 0,38 м3/ч												
Ст.27	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{16725 - 950}{16725} = 94\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,6; пропускная способность Kv = 0,4 м3/ч												
Ст.28	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{15657 - 950}{15657} = 94\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,6; пропускная способность Kv = 0,4 м3/ч												
Ст.29	2684	115	2,7	16x2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2x2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{14610 - 950}{14610} = 93\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,7; пропускная способность Kv = 0,43 м3/ч												

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ст.30	2684	115	2,7	16х2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2х2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{12840 - 950}{12840} = 93\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,8; пропускная способность Kv = 0,48 м3/ч												
Ст.31	2684	115	2,7	16х2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2х2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{11591 - 950}{11591} = 92\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,9; пропускная способность Kv = 0,5 м3/ч												
Ст.32	2684	115	2,7	16х2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2х2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{10506 - 950}{10506} = 91\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 0,9; пропускная способность Kv = 0,5 м3/ч												
Ст.33	2684	115	2,7	16х2,7	235,2	635	0,33	6	315,4	52,6	950	тр. На разд. Пот. - 1,2; тр. На соедин. Пот.-0,8; угольник 90-1,2х2; конвектор - 1,6
$\text{Невязка} = \frac{3729 - 950}{3729} = 75\%;$ Устанавливаем балансировочный клапан VIR9505 - DN15 при настройке 2; пропускная способность Kv = 0,9 м3/ч												

Приложение Б

Расчетные схемы систем отопления

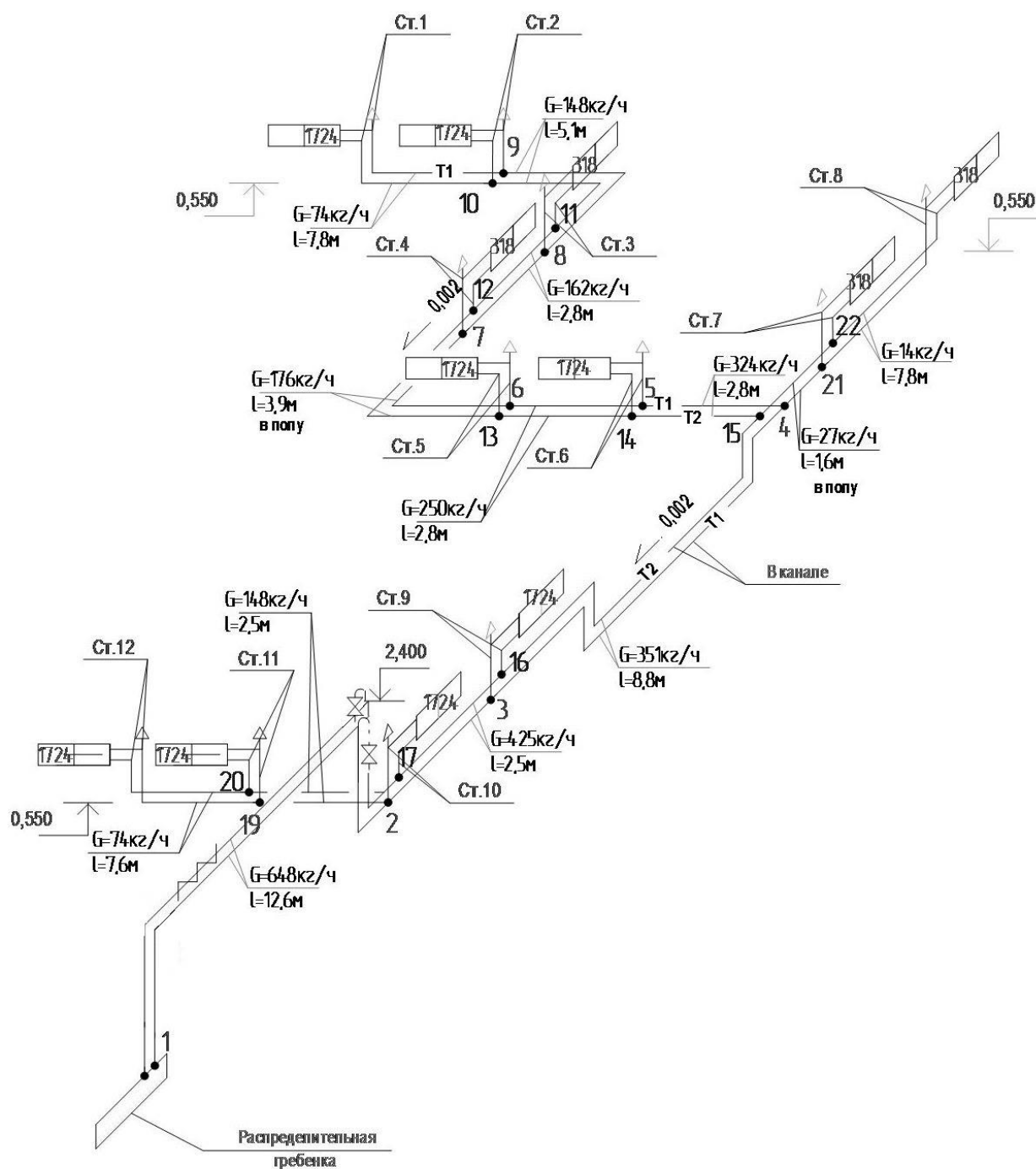


Рисунок Б.1 - Расчетная схема системы отопления №1

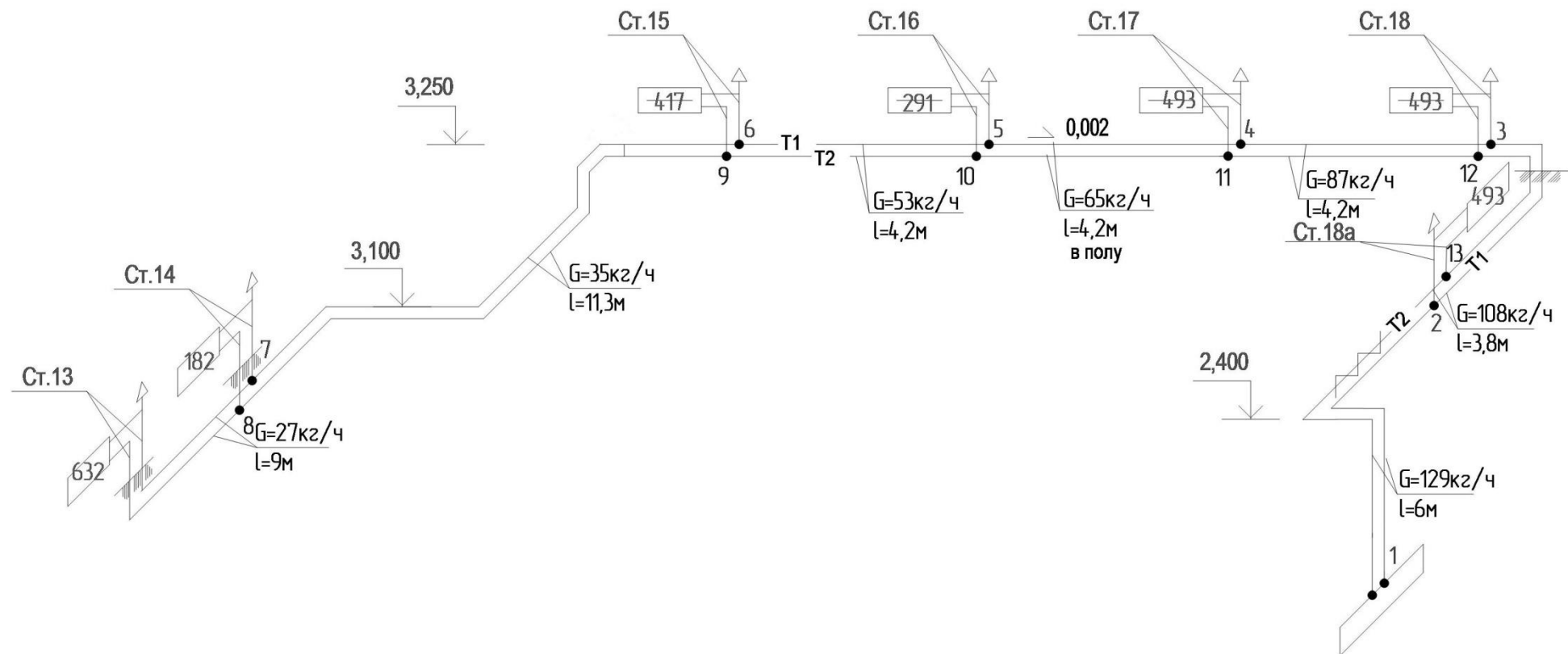


Рисунок Б.2 - Расчетная схема системы отопления №2

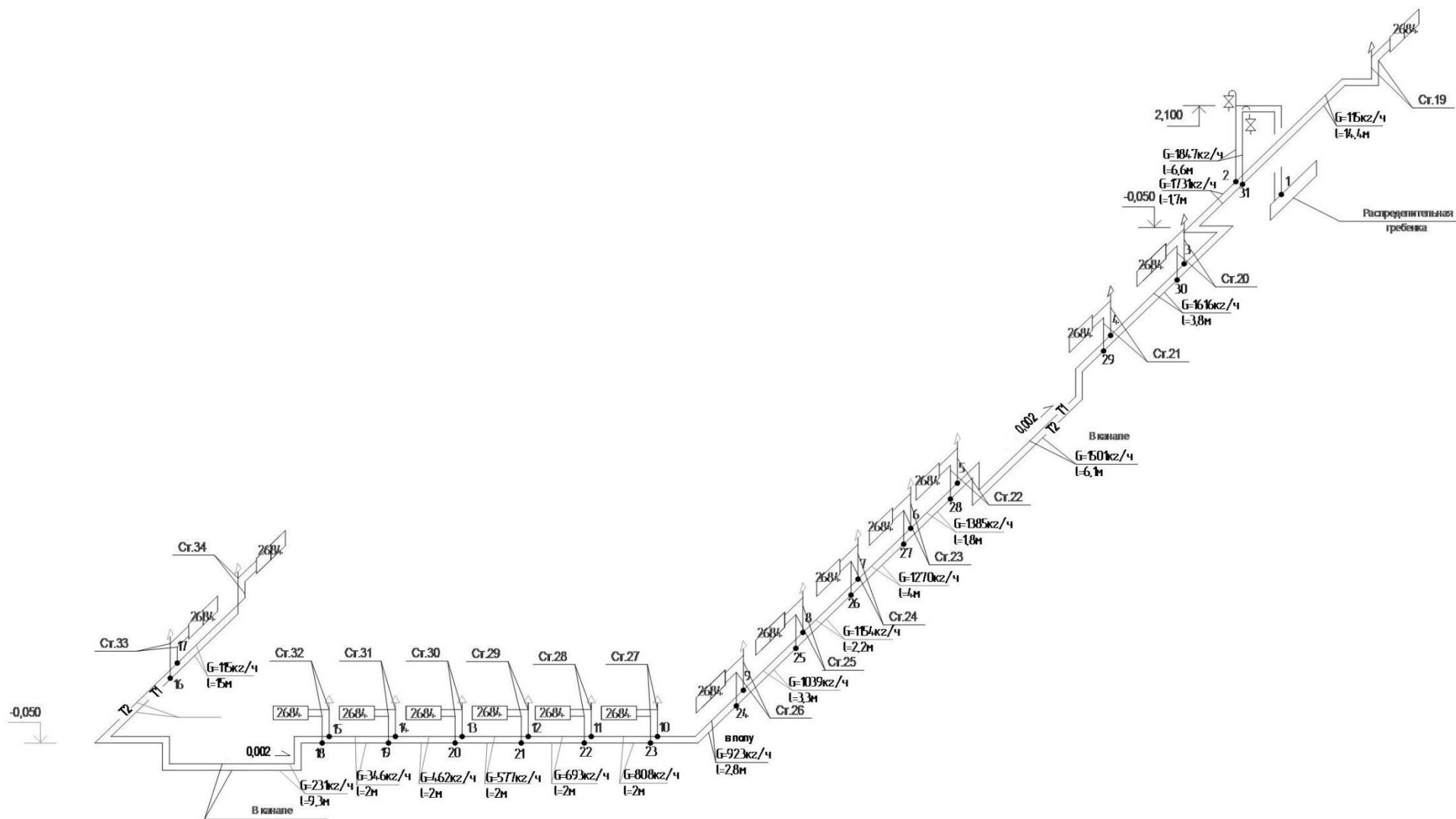
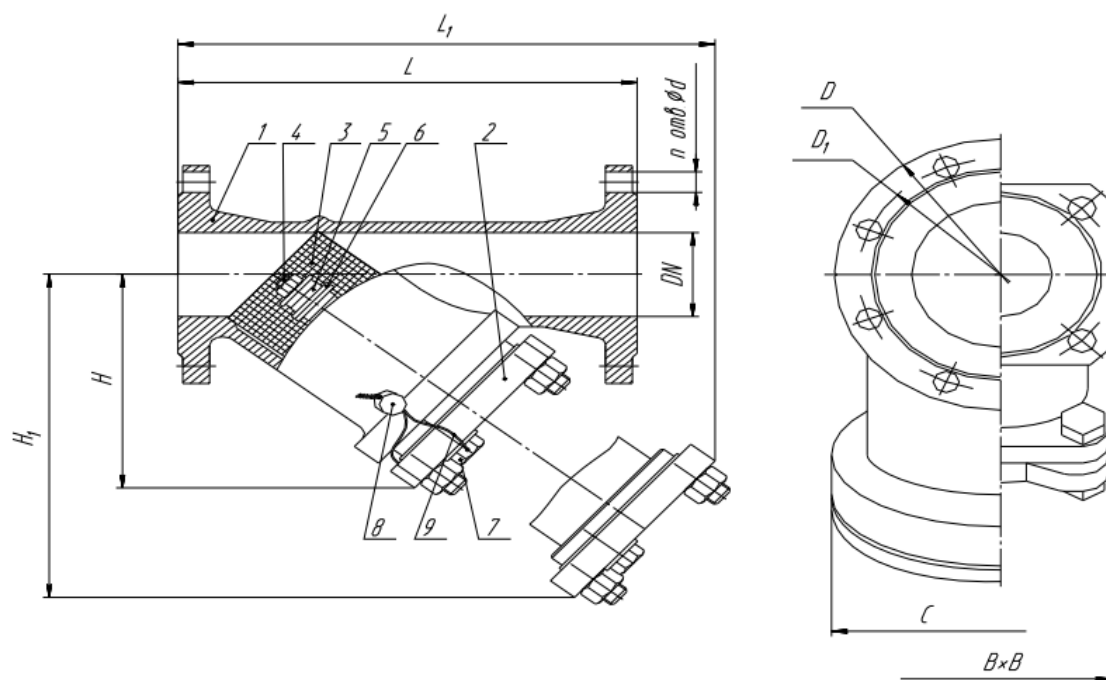


Рисунок Б.3 - Расчетная схема системы отопления №3

Приложение В

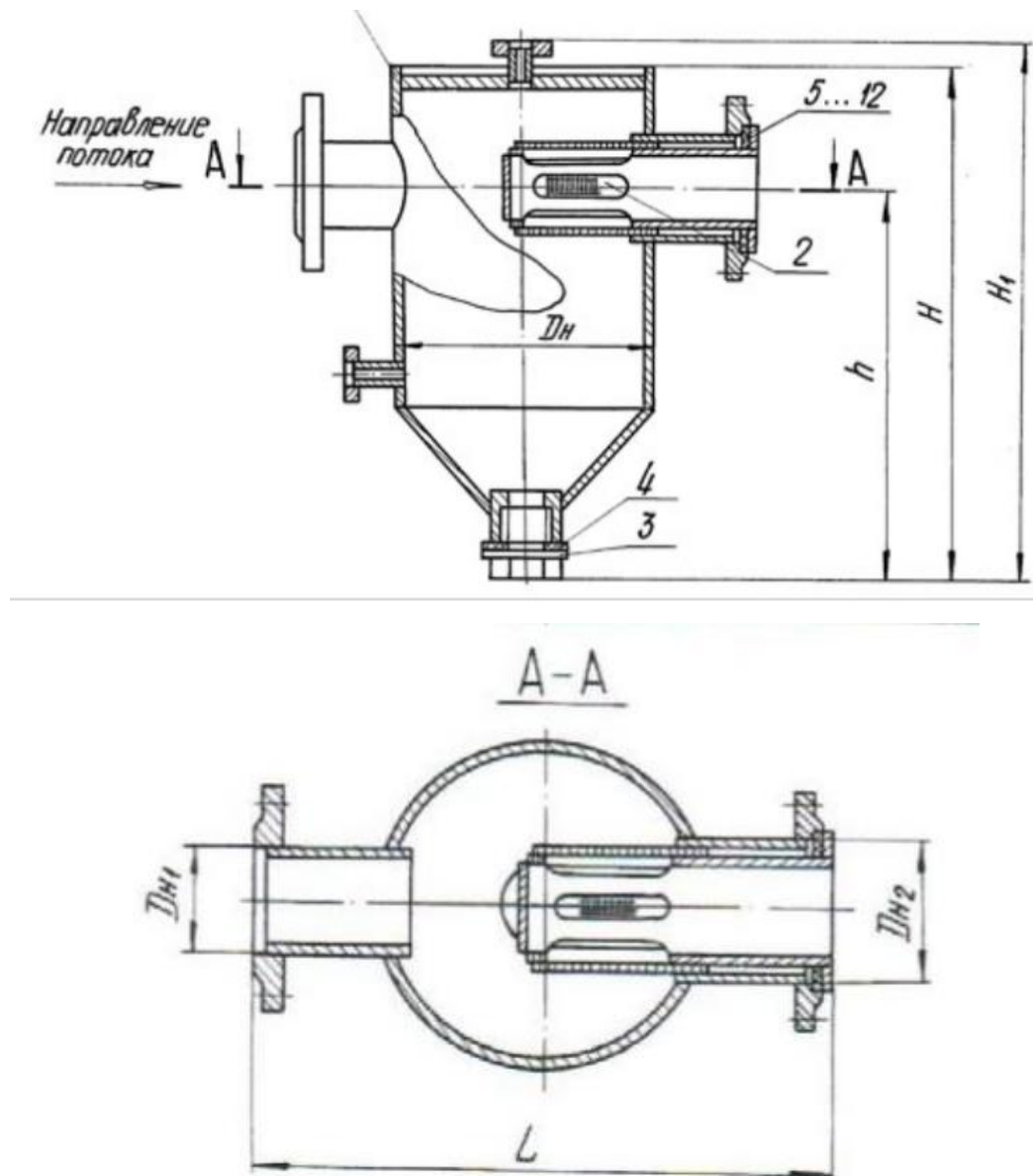
Конструкция фильтра ФМФ-65



1-корпус; 2-крышка; 3-сетка; 4-стержень; 5-магниты; 6-шайба; 7-пробка для ФМФ; 8-пломба; 9-проволока.

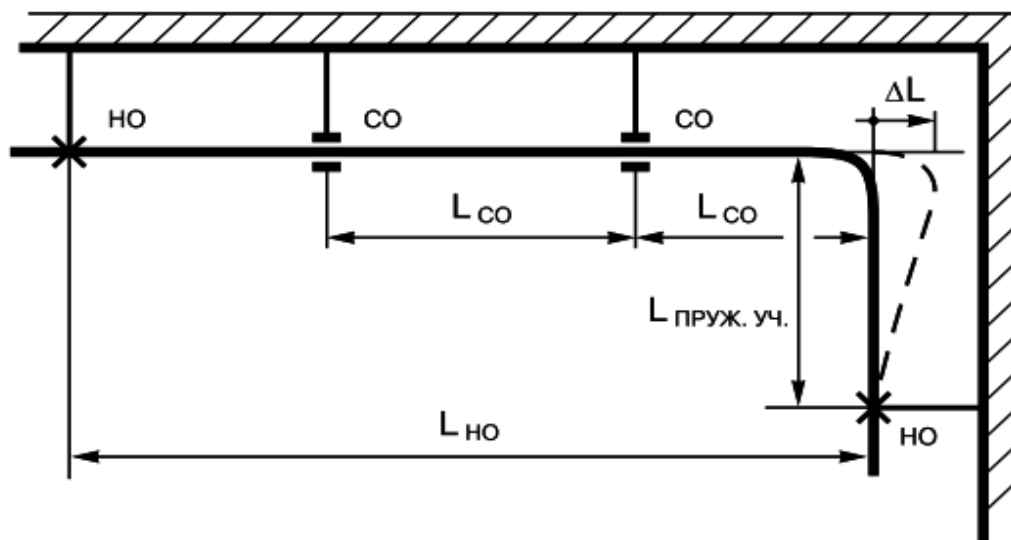
Приложение Г

Конструкция грязевика ТС 569.00.000-10 [34].



Приложение Д

Расчетная схема Г-образного компенсатора.



НО - неподвижная опора; СО - скользящая опора; $L_{пруж.уч.}$ - длина пружинящего участка от оси трубы до края неподвижной опоры, мм; ΔL - увеличение длины горизонтального участка трубопровода при нагреве, мм; $L_{НО}$ - расстояние между краями неподвижных опор, мм; $L_{СО}$ - расстояние между краем неподвижной и центром скользящей опоры, а также между центрами скользящих опор, мм.

Приложение Е

Процессы обработки воздуха для мойки

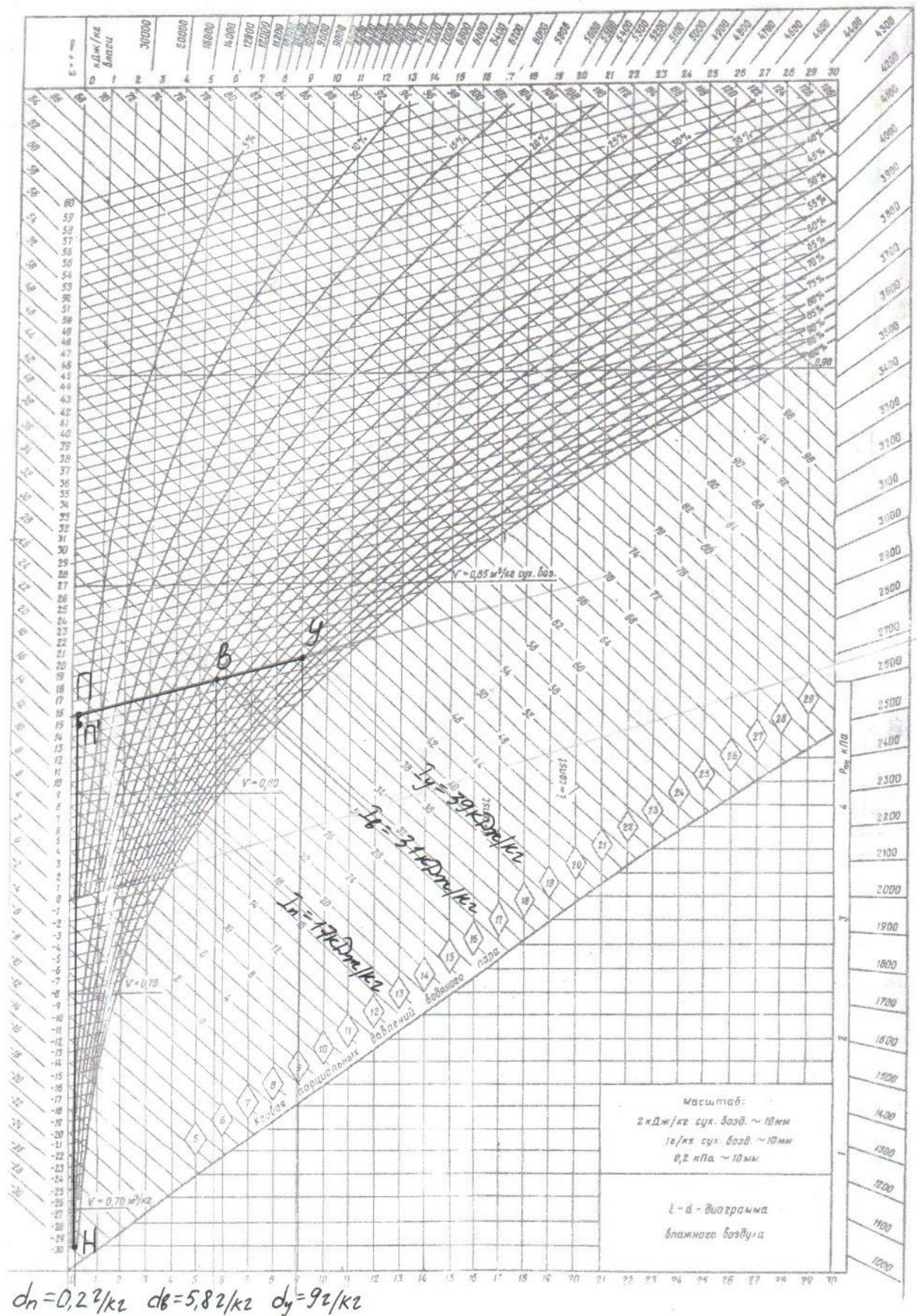
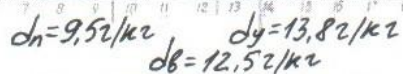


Рисунок Е.1 - Процесс обработки воздуха в ХП для мойки



80

Приложение Ж

Процессы обработки воздуха для зоны предпродажной подготовки.

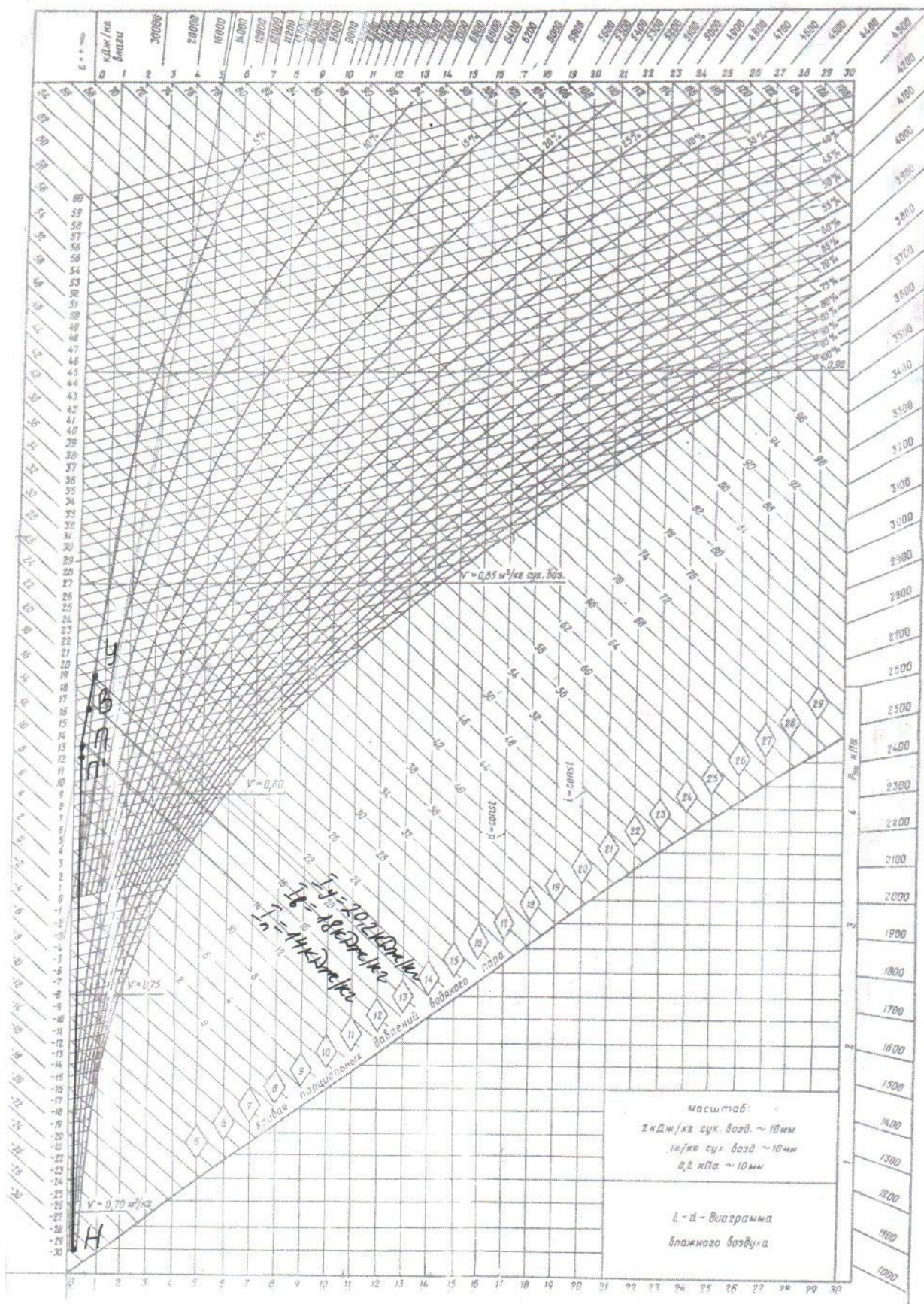


Рисунок Ж.1 - Процесс обработки воздуха в ХП для зоны предпирожарной подготовки.

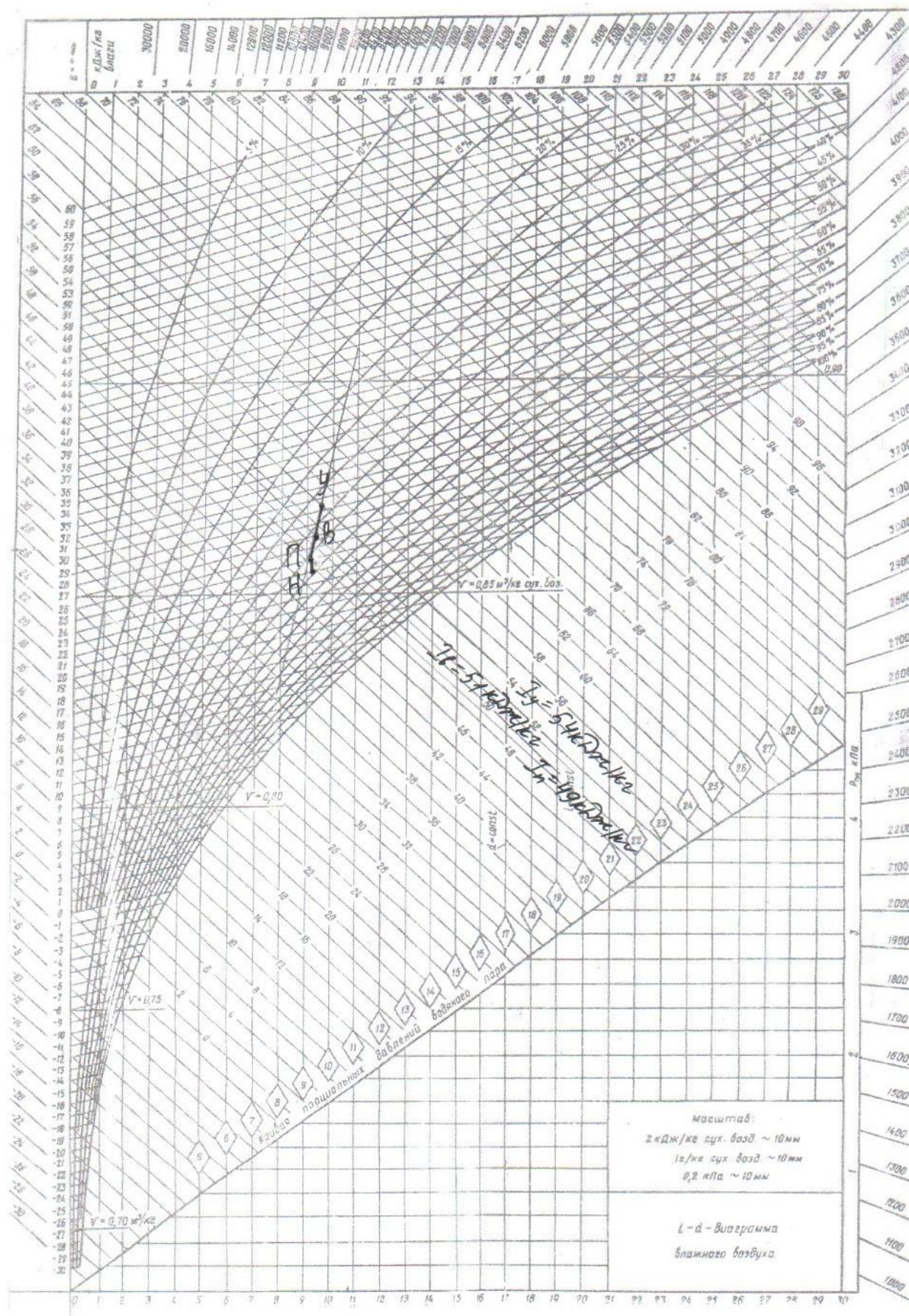


Рисунок Ж.2 - Процесс обработки воздуха в ТП для зоны предпродажной подготовки.

Приложение И

Расчетные схемы систем вентиляции

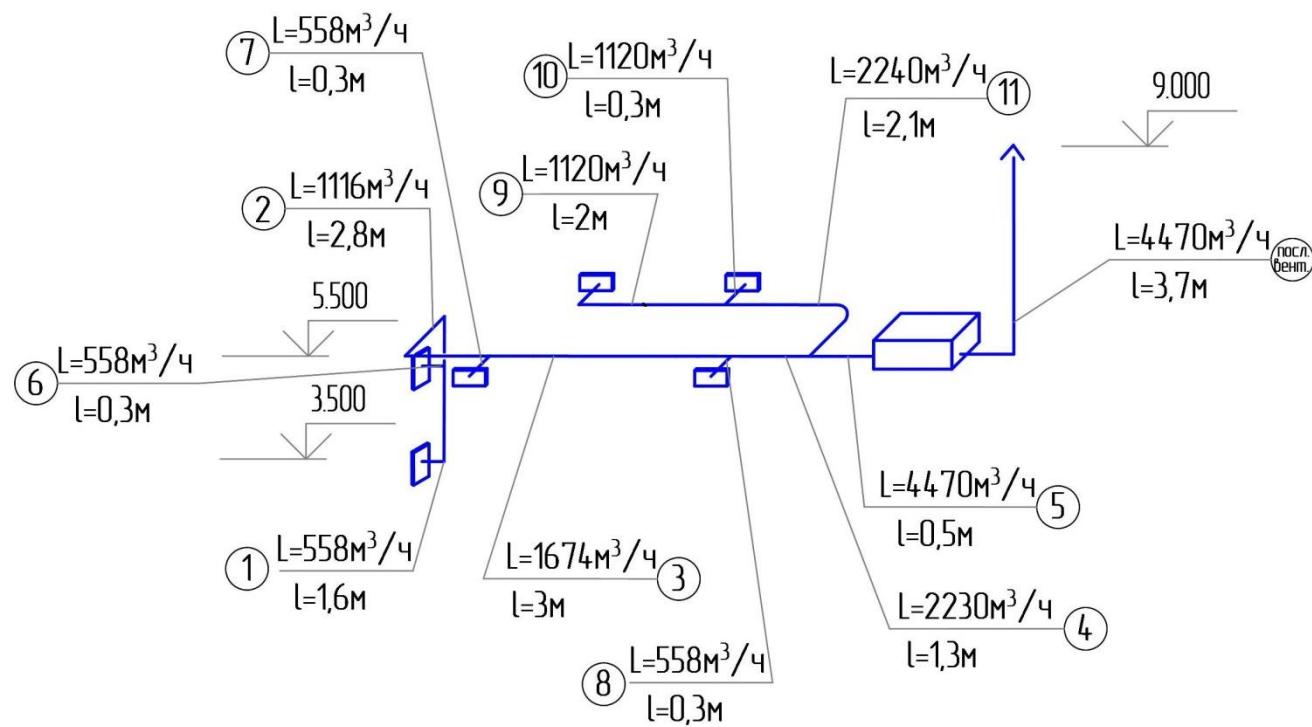


Рисунок И.1 - Расчетная схема системы В2

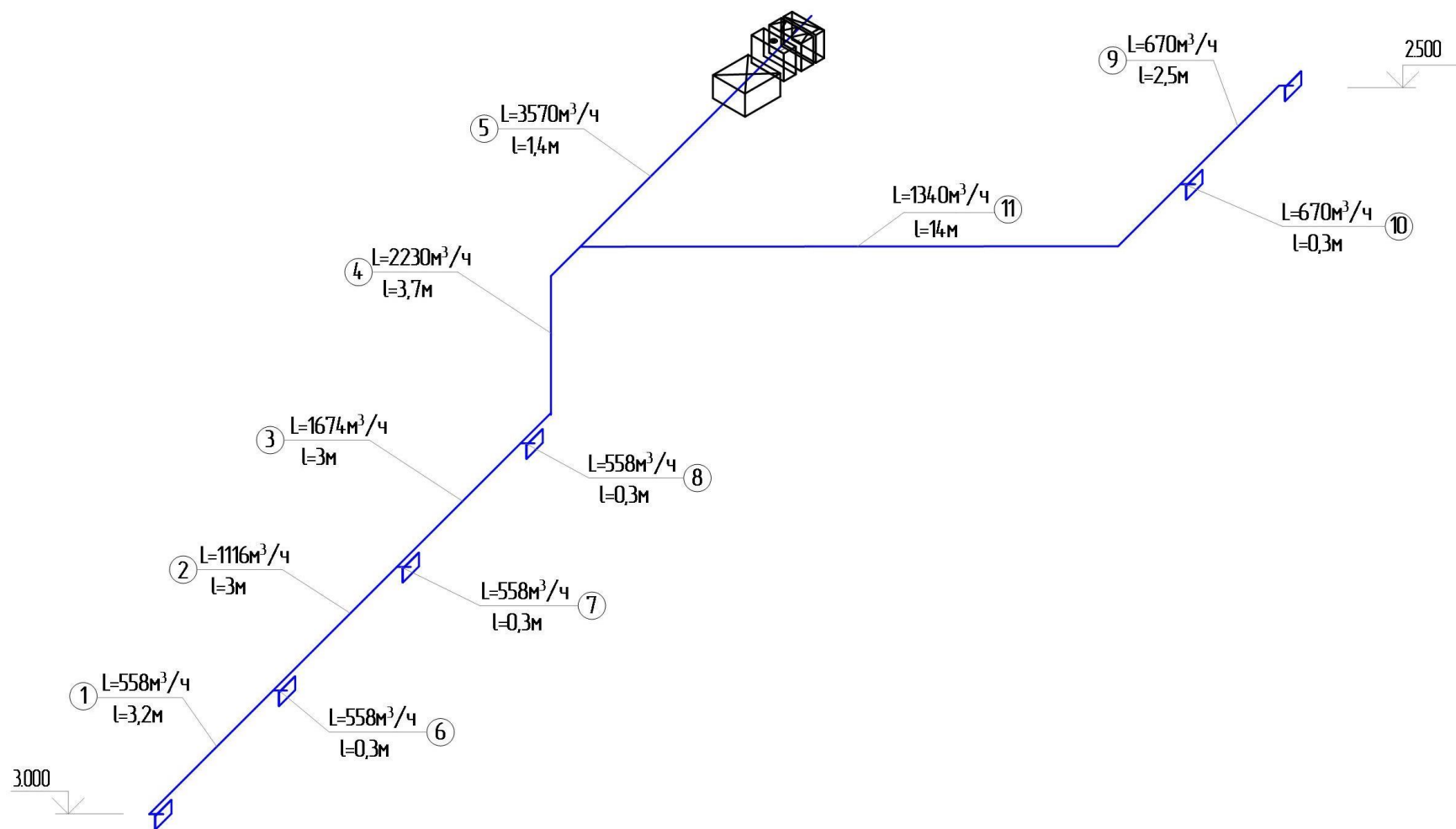
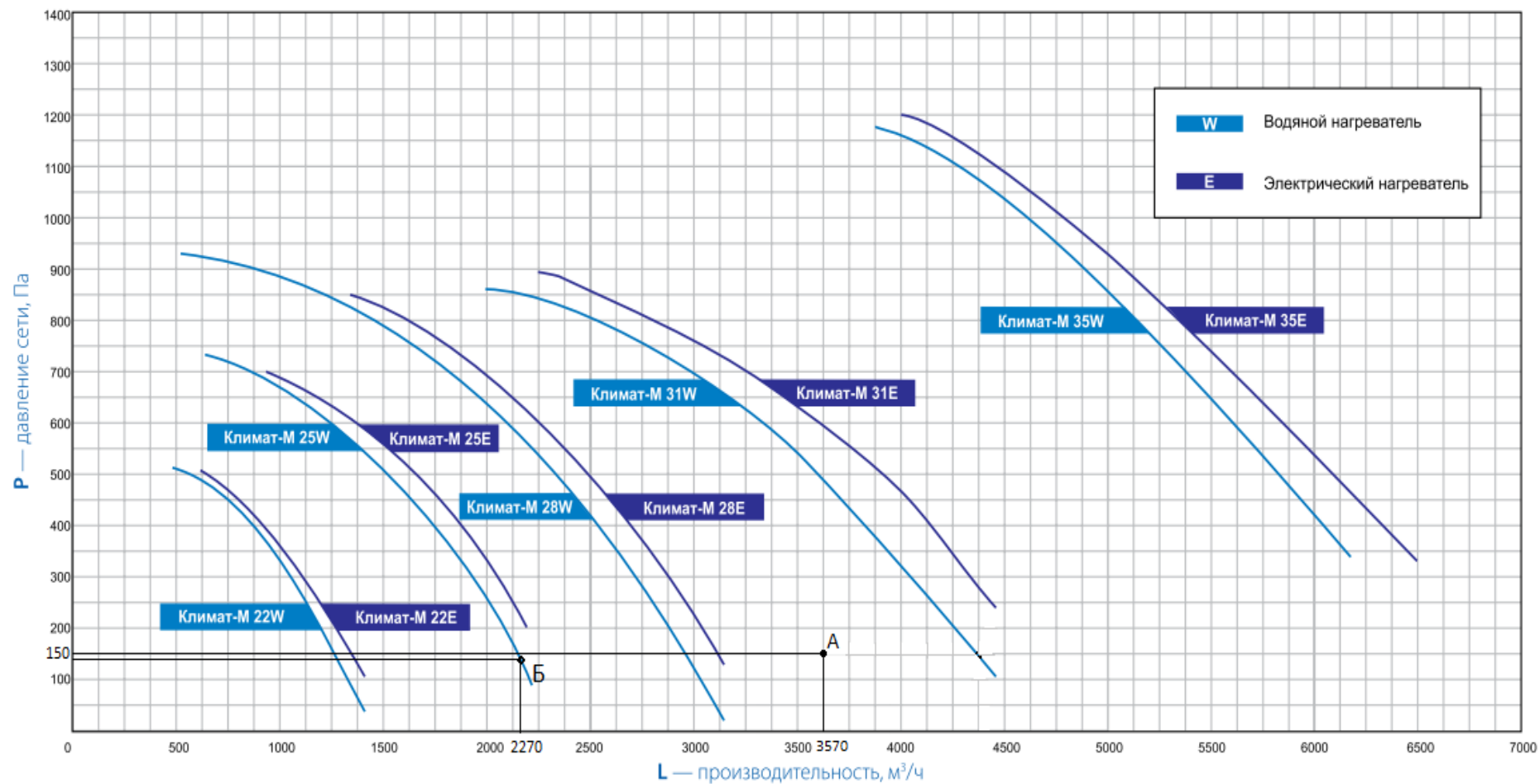


Рисунок И.2 - Расчетная схема системы П2

Приложение К

Зависимость производительности (L , $\text{м}^3/\text{ч}$) от давления сети (P , Па)



Приложение Л

Схема приточной установки с водяным нагревателем
"Климат-М"

