

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) промышленная теплоэнергетика
 Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ТПТ
Кузнецов Г.В.
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

(дипломного проекта/работы)

Студенту:

Группа	ФИО
3-6502	Бухтоярова А.Е.

Тема работы:

Проект систем отопления и вентиляции Детского сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы преддипломной практики по разработке инженерного обеспечения систем отопления и вентиляции Детского Сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Расчет тепловых потерь здания. Определение основных теплопотерь помещений. Добавочные тепловые потери. Определение потерь тепла через пол. Определение потерь тепла лестничными клетками. Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха. Расчет системы отопления. Определение типа и размеров отопительных приборов. Размещение теплопроводов в здании. Прокладка труб. Регулирование теплоотдачи отопительных

	приборов. Компенсация удлинения труб. Арматура. Гидравлический расчет. Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления. Определение потерь местных сопротивлений. Выбор циркуляционного насоса. Тепловой пункт здания. Расчет систем вентиляции. Выбор систем вентиляции. Общеобменная вентиляция. Аэродинамический расчет. подбор оборудования для систем вентиляции. Подбор оборудования для приточных камер. Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции. Клапан дымоудаления. Подбор тепловых завес. Техничко-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции. Система автоматизации приточной вентиляционной системы. Безопасность проекта
Перечень графического материала	План отопления и вентиляции первого и второго этажа. Аксонометрические схемы систем вентиляции и отопления. Принципиальные схемы узла управления, вентиляции. Демонстрационный лист по вопросам экономики. Демонстрационный лист по вопросам автоматизации
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Сечин А.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Н.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Заключение	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	06.04.2016 г.

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
преподаватель	Молодежникова Л.И.	кандидат наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6502	Бухтоярова А.Е.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 178 с., 2 рисунка, 23 таблицы, 18 источников литературы.

Ключевые слова:

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОПТЕРИ ЗДАНИЯ, ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ВОЗДУХООБМЕН, ПРИТОЧНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, ВЫТЯЖНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, ВЕНТИЛЯТОР, ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ.

Объектом исследования является система отопления и вентиляции.

Цель работы – проект систем отопления и вентиляции Детского Сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края.

В ходе проекта составлена схема размещения отопительных приборов, выполнен гидравлический расчет, спроектированы системы вентиляции. В итоге было выбрано необходимое основное и вспомогательное оборудование. Рассмотрены разделы безопасности и экологичности проекта, автоматика.

Степень внедрения: на стадии внедрения.

Область применения: энергетика

Содержание

	С.
	7
1	9
1.1	9
1.2	13
1.3	14
1.4	16
1.5	27
2	34
2.1	34
2.2	44
2.3	50
2.4	51
2.5	52
2.6	53
2.7	53
3	55
3.1	55
3.2	58
3.3	103
3.4	104
4	108
5	109
5.1	109
5.2	109
6	119
7	125
7.1	125
7.2	126
7.3	126
8	129
8.1	129
8.2	130
8.3	131
8.4	136
8.5	138

8.6	Расчет уровня шума	140
8.7	Электробезопасность	141
8.8	Пожарная безопасность	142
8.9	Оценка воздействия на окружающую среду при монтаже отопления и вентиляции	146
8.10	Выводы по безопасности	147
9	Автоматическая система управления теплоснабжением здания	149
9.1	Описание оборудования узла учета	149
9.2	Устройства автоматизированного теплового пункта	150
9.3	Выбор схемы регулирования объекта	152
9.4	Выбор средств измерения и аппаратуры для схемы узла учета тепловой энергии	154
9.5	Обзор выпускаемых средств измерений и регулирования и выбор аппаратуры	157
10	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	159
	Заключение	175
	Список использованной литературы	176

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы значительно возрос темп строительства и реконструкции дошкольных образований (в дальнейшем ДО). Из этого следует, что на одном уровне с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении ДО. Если рассматривать вопрос об инженерном обеспечении зданий ДО необходимо отметить, что большую и, во многих случаях решающую роль играет обеспечение микроклимата, т.е. создание комфортных условий посредством поддержания требуемой температуры и чистоты воздуха в помещениях.

Необходимо уделить внимание тому, что все помещения ДО являются разными с точки зрения обеспечения необходимых параметров микроклимата. В связи с этой особенностью, в инженерной практике до настоящего времени существует комплекс вопросов связанных с созданием благоприятных условий для различного рода занятий и в том числе для работы сотрудников ДО.

Нельзя также не отметить, наряду с отличиями помещений по параметрам микроклимата, они так же различны в категориях пожаробезопасности, назначению и т.п. В СНИПах РФ предусмотрен ряд ограничений по монтажу вентиляционного и отопительного оборудования с точки зрения безопасности и личной гигиены в ДО. Так же необходимо учитывать и климатические параметры наружного воздуха в летний и зимний периоды.

Рассматривая системы теплообеспечения зданий ДО следует особо выделить, что в связи с многообразием помещений зачастую возникает необходимость проектирования нескольких видов систем отопления. Так, например СНИПами регламентируется, что неотъемлемой частью отопления в игровых комнатах и яслях становится размещение теплых полов.

Что касается вентиляции и кондиционирования воздуха, то в данном случае задача ещё более многофакторная. В первую очередь, как отмечалось

ранее, тепловлажностные характеристики воздуха значительно различны в летний и зимний периоды, в основном по влагосодержанию. Во вторых - при проектировании климатических систем необходим подбор универсального оборудования, которое бы работало в зимний и летний периоды. В третью очередь – помещения расположенные в ДО различны по назначению и, соответственно, параметрам, что потребует предусматривать достаточно много приточных и вытяжных систем. Вследствие этого происходит загромождение верхних частей помещения, что может привести к разногласию в вопросах дизайнерского оформления помещений.

Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха дошкольных образовательных учреждений проектируется в соответствии со СНиП 41-01-2003, СНиП 2.08.02-89*.

В итоге можно сделать следующее обобщение: для обеспечения хорошего качества воздушной среды требуется организация благоприятного микроклимата (температуры и влажности), рационального воздухообмена, эффективная работа системы вентиляции и высококачественные способы управления этими системами и их эксплуатации. При проектировании дошкольных учреждений необходимо обеспечить достаточно высокую температуру воздуха внутри помещений (20-23°C), что отлично по сравнению с температурой жилых и административных зданий.

В данном проекте осуществляется расчет систем отопления и вентиляции детского сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края. Двухэтажное здание представлено в прямоугольном исполнении. Площадь здания составляет 896м².

1. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ

1.1 Тепловой баланс помещения

Тепловая нагрузка любой отопительной установки складывается из полезной нагрузки, т.е. того количества тепла, которое должно быть доставлено в обогреваемые помещения, и неизбежных потерь тепла при его транспортировке от мест выработки к местам потребления. Потери тепла при транспортировке составляют сравнительно малую часть общей теплопроизводительности установки и обычно оцениваются некоторой долей полезной нагрузки.

В каждом помещении, в котором должна поддерживаться определенная температура, неизбежен расход тепла на возмещение его потерь через наружные ограждения. Для зданий ДО основной расчетной нагрузкой отопительных установок являются теплотери, определяемые на основании нормируемых температур внутреннего воздуха помещений. Теплотери – это основа для дальнейших расчетов систем отопления зданий.

Так как температура наружного воздуха не постоянна и имеет не только закономерные годовые, но и месячные, и суточные колебания, то на основании подсчетов и практики эксплуатации отапливаемых зданий признано экономически целесообразным проводить расчеты теплотерь помещений при наружной температуре, принятой по графе 5 таблицы 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», т.е. температуре, равной средней температуре воздуха наиболее холодных пятидневок из восьми наиболее холодных зим за последний 50-летний период, обеспеченностью равной 0,92.

Перед определением теплотерь отдельных помещений и здания в целом, необходимо начертить план этажа с нужными строительными размерами, с обозначением сторон света, назначением каждого помещения.

Перед расчетом все отапливаемые помещения на плане обозначаются порядковыми номерами по часовой стрелке.

Внутренние расчетные температуры помещений рассматриваемого здания ДО определяются по СНИП 2.08.02-89 и СанПиН 1.4.1.2660-10 «Дошкольные организации» (табл.1).

Таблица 1 – Расчетная температура воздуха внутри помещений дошкольных организаций

№ п/п	Наименование помещений	Температура воздуха, °С
1	Спальни ясельных групп	+20
2	Спальни дошкольных групп	+20
3	Туалетные ясельных групп	+23
4	Туалетные дошкольных групп	+23
5	Раздевалки	+23
6	Игровые комнаты	+23
7	Медицинские помещения	+23
8	Кухня	+15
9	Бытовые помещения	+18
10	Залы для музыкальных и гимнастических занятий	+20

Основной тепловой поток из помещения наружу является суммой тепловых потоков через отдельные ограждающие конструкции, величина которых с округлением до 5 Вт определялась по формуле:

$$Q_{огр} = \frac{F}{R_{огр}} \cdot (t_в - t_н) \cdot n = k \cdot F \cdot (t_в - t_н) \cdot n, Вт, \quad (1)$$

где:

F – расчетная площадь ограждающей конструкции (площадь, через которую происходят потери тепла), м²;

$R_{огр}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, (м²·К)/Вт;

$K=1/R_{огр}$ – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/(м²·К);

$t_в$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С (табл.1);

t_n – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки [4], °С. Расчетная температура наружного воздуха для системы отопления в городе Рубцовск (п.Зеленая Дубрава – пригород данного города) $t_{н.о} = -35$, °С;

n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур ($t_b - t_n$), зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по СНиП II-3-79**. Применяется в тех случаях, когда ограждение не подвергается непосредственному воздействию наружного воздуха.

Формулой (1) учитывается мощность теплового потока через ограждения при стабильных температурных условиях по обе стороны ограждения и стационарном тепловом потоке. Несмотря на постоянное изменение наружной температуры в течение суток, подсчет мощности теплового потока для некоторых стационарных условий благодаря инерционности и значительной аккумулирующей способности ограждений оказывается вполне достаточным и полностью оправдывается практикой эксплуатации отапливаемых зданий.

Должны быть учтены потери или поступления теплоты через внутренние ограждения, если температура в соседних помещениях ниже или выше температуры в расчетном помещении на 4 °С и более.

При пользовании формулой (1) сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций принималось в соответствии с теплотехническими расчетами, а внутренние и наружные температуры — по действующим нормативам.

При определении расчетных площадей F ограждений, через которые теряется тепло, руководствовались правилами их обмера, которые тоже в определенной степени условны. Общими правилами определения площадей ограждений являются следующие:

а) поверхности стен определяют по наружному обмеру отапливаемого объема здания или отдельных помещений в нем;

б) площади оконных и дверных проемов определяют по строительным размерам в свету;

в) площади полов и потолков определяют по внутренним размерам, включая площади, занятые внутренними стенами и перегородками.

Линейные размеры ограждений устанавливались с точностью до 0,1 м, а поверхности ограждений — с точностью до 0,1 м².

При расчете мощности тепловых потоков из помещений ДО принималась температура, устанавливаемая действующими нормами в соответствии с назначением помещений.

В качестве примера определим тепловые потери наружной стены раздевалки (помещение №7) на первом этаже.

Термическое сопротивление наружной стены равно:

$$R_{nc} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{кир}}{\lambda_{кир}} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,64}{0,81} + \frac{0,1}{0,034} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,95 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт},$$

где:

α_g, α_n – коэффициенты теплоотдачи воздуха внутри помещения и наружного воздуха соответственно;

$\delta_{шт}, \delta_{кир}, \delta_{ут}, \delta_{шт}$ – толщина штукатурки с наружной стороны, кирпича, слоя утеплителя и штукатурки с внутренней стороны соответственно;

$\lambda_{шт}, \lambda_{кир}, \lambda_{ут}, \lambda_{шт}$ – коэффициент теплопроводности штукатурки с наружной стороны, кирпича, слоя утеплителя и штукатурки с внутренней стороны соответственно.

Тогда коэффициент теплопередачи равен:

$$k = \frac{1}{R_{nc}} = \frac{1}{3,95} = 0,253 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

Основной тепловой поток из помещения через стену наружу равен:

$$Q_{огр} = k \cdot F \cdot (t_g - t_n) \cdot n = 0,253 \cdot 8,46 \cdot (23 - (-35)) \cdot 1 = 124,14, \text{ Вт},$$

Результаты расчета теплопотерь остальных ограждающих конструкций сведены в таблицу 1.

1.2 Добавочные теплопотери

Кроме разности температур по обе стороны ограждения, являющейся основной причиной возникновения теплового потока изнутри помещений наружу, на величину этого потока оказывают влияние такие факторы, как ориентация здания по сторонам света, обдувание его ветром и др.

$$Q_{огр} = \frac{F}{R_{огр}} \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + \sum \beta_i) \cdot n = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot \psi \cdot n, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где:

β_i – поправка на добавочные потери теплоты в долях от основных потерь;

$\psi = 1 + \sum \beta_i$ – коэффициент, учитывающий добавочные потери через ограждающую конструкцию.

Добавочные теплопотери через ограждающие конструкции, учитываемые в формуле (2) членом $1 + \sum \beta_i = \psi$, определялись в процентах от основных теплопотерь ограждений добавками на ориентацию по отношению к сторонам горизонта, на ветер, на угловое помещение, добавками на поступление холодного воздуха через входы и на высоту помещений.

Возникающие дополнительные потери тепла учитывались введением установленных практикой добавок к основным теплопотерям, действующими нормативами (СНиП II-3-79**).

1. Добавка на ориентацию стен, дверей и световых проемов по сторонам света, относящаяся к потерям тепла всеми вертикальными ограждениями и вертикальными проекциями наклонных ограждений зданий. Для ограждений, ориентированных на север, северо-восток, восток и северо-запад—10%. Для ограждений, ориентированных на юго-восток и запад— 5 %.

2. Добавка в угловых помещениях ДО учитывалась понижением радиационной температуры. Для вертикальных ограждений (наружные стены, окна и двери) принималась в размере 5% от основных теплопотерь.

В качестве примера определим тепловые потери наружной стены раздевалки (помещение №7) на первом этаже.

Добавочные теплопотери равны:

$$Q_{огр} = k \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot \psi \cdot n = 0,253 \cdot 8,46 \cdot (23 - (-35)) \cdot 0,05 \cdot 1 = 6,2 \text{ Вт},$$

где 0,05 – добавка на ветер.

Тогда общие тепловые потери, складываемые из добавочных и основных (см. п.2.1) равны:

$$Q_{огр} = 124,14 + 6,2 = 130,34 \text{ Вт}.$$

1.3 Определение потерь тепла через пол

Точное решение задачи по определению количества тепла, передаваемого от воздуха помещений ДО наружному воздуху через конструкцию пола и слой грунта, являющегося основанием пола, весьма сложно, а доля потерь тепла через пол по сравнению с общими теплопотерями любого помещения невелика. Поэтому применялся упрощенный метод расчета. Расчет потерь тепла проводится способом проф. В.Д. Мачинского. Известно, что температурное поле грунта под полом неравномерно: чем ближе к наружной стене, тем температура грунта ниже, поэтому принято теплопотери через данные ограждения рассчитывать по зонам. Площадь пола ДО, лежащего на грунте, для проведения расчета потерь теплоты, делилась на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам, которые составляют четыре зоны расчета F_1 , F_2 , F_3 , F_4 . Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначают зоной I, следующие две полосы зоной II и III, а остальную поверхность пола, вне зависимости от её площади – зоной IV (рис 1).

Поверхность пола в первой зоне, примыкающая к наружному углу, имеет повышенные теплотери, поэтому её площадь F_1 размерами 2×2 м учитывалась при определении площади первой зоны дважды. Деление пола на зоны проводилось независимо от внутренней планировки помещений ДО.

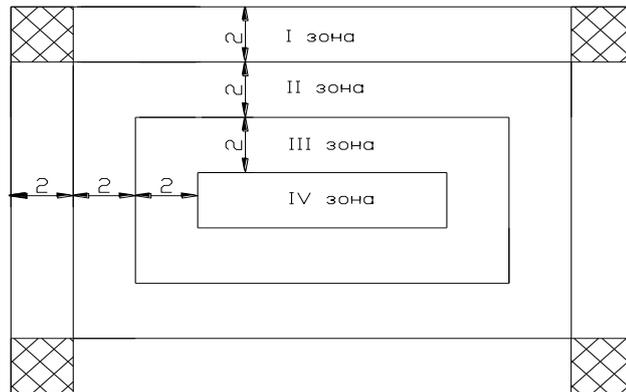


Рисунок 1. Разбивка поверхности пола на зоны на I—IV зоны

Сопротивление теплопередаче полов ДО, лежащих непосредственно на грунте определялось в соответствии со СНиП 2.04.05-91* приведенное сопротивление теплопередаче $R_{н.п}$ отдельных зон шириной 2 м холодных (неутепленных) полов на грунте : для I зоны $R_{1н.п} = 2,1$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для II зоны – $R_{2н.п} = 4,3$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; для III зоны $R_{3н.п} = 8,6$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для IV – $R_{4н.п} = 14,2$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

В данном проекте на первом этаже 8 помещений оснащены теплыми полами. Для остальных помещений расчет теплотерь через пол рассчитывался по зонам со следующими коэффициентами теплопередачи:

$$k_I = \frac{1}{R_I} = \frac{1}{2,1} = 0,48 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{4,3} = 0,23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}} = \frac{1}{8,6} = 0,12 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}} = \frac{1}{14,2} = 0,07 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Теплотери через отдельные зоны пола определялись по формуле:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_g - t_n), \text{Вт},$$

где:

F – площадь какой-либо зоны, м^2 ;

R – сопротивление теплопередаче конструкции пола этой же зоны, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

t_b – температура внутри помещения, $^{\circ}\text{C}$;

t_n – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Рассчитаем теплотери через пол цокольного этажа.

Площади зон 1 этажа (кроме помещений с теплым полом) равны:

первая зона: $F_1=300 \text{ м}^2$;

вторая зона: $F_2=268 \text{ м}^2$;

третья зона: $F_3=236 \text{ м}^2$;

четвертая зона: $F_4=92 \text{ м}^2$;

Внутренняя температура рассматриваемого помещения $t_b = 22^{\circ}\text{C}$.

Общие потери тепла для всех зон равны:

$$Q_{nl} = Q_{nlI} + Q_{nlII} + Q_{nlIII} + Q_{nlIV} = (0,48 \cdot 300 + 0,23 \cdot 268 + 0,12 \cdot 236 + 0,07 \cdot 92) \cdot (22 - (-35)) = 13703 \text{ Вт}.$$

Расчеты полов сведены в таблицу 2 «Расчёт теплотерь через ограждающие конструкции здания».

1.4 Определение потерь тепла лестничными клетками

Теплотери суммировались для всех помещений каждого этажа и для здания в целом, включая теплотери лестничных клеток. Теплотери лестничных клеток определялись не по отдельным этажам, а сразу по всей высоте клеток.

Здание имеет две лестничные клетки. Лестничные клетки №1 и 2 располагаются с 1 по 2 этажи.

Оконные блоки на лестничных клетках имеют размеры: 0,8x1,7м. Лестничные клетки имеют две наружные стены, размеры которых 3,2x7,5м и 4,4x7,5м соответственно. Добавка на высоту не предусматривалась.

Рассмотрим пример расчета теплопотерь через ограждающие конструкции для помещения лестничной клетки №1.

Лестничная клетка является угловой, внутренняя расчетная температура $t_{вн} = 20 \text{ C}^0$.

Теплопотери рассчитывались через ограждающую стену с Западной и Южной сторон, через один световой проем с Западной стороны. Через пол и потолок теплопотери не рассчитывались, т.к. данные конструкции не соприкасаются с наружным воздухом.

Рассчитываем теплопотери ограждений:

для Западной стены, с вычитанием площади окна, находящегося на рассматриваемой стене по формуле 2:

$$Q_{cm} = kF(t_g - t_n)n = 0,253 \cdot 31,64 \cdot 20 - (-35) \cdot 1 = 440,3 \text{ Вт},$$

для южной стены по формуле 2.2:

$$Q_{cm} = kF(t_g - t_n)n = 0,253 \cdot 24 \cdot 20 - (-35) \cdot 1 = 334 \text{ Вт},$$

для окна по формуле 2:

$$Q_{ок} = kF(t_g - t_n)n = 1,5 \cdot 1,36 \cdot 20 - (-35) \cdot 1 = 112,2 \text{ Вт}.$$

Рассчитаем дополнительные потери для ограждающих конструкций лестничной клетки №1 .

С учетом добавки на ориентацию по отношению к стороне света, влияние ветра и высоты дополнительные тепловые потери равны для южной стены:

$$Q_{огр} = k F (t_g - t_n) \psi n = 0,253 \cdot 24 \cdot (20 - (-35)) \cdot (0,05 + 0,05) \cdot 1 = 33,4, \text{ Вт}.$$

Для западной стороны дополнительные потери:

$$Q_{огр} = k F (t_g - t_n) \psi n = 0,25 \cdot 31,64 \cdot (20 - (-35)) \cdot (0,05 + 0,05 + 0,05) \cdot 1 = 66, \text{ Вт}.$$

Для оконного проема:

$$Q_{огр} = k F (t_e - t_n) \psi n = 1,5 \cdot 1,36 \cdot (20 - (-35)) \cdot (0,05 + 0,05 + 0,05) \cdot 1 = 17 \text{ Вт}.$$

Находим суммарные теплопотери для лестничной клетки:

$$Q_{огр.общ} = \sum Q_{огр} = (334 + 33,4) + (440,3 + 66) + (112,2 + 17) = 1003 \text{ Вт}.$$

Для остальных помещений рассчитываем тепловые потери через ограждающие конструкции по указанной методике, результаты заносим в таблицу 2 «Расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции здания».

Примечание:

1. Принятые обозначения наружных ограждений: Стена – наружная стена, Окно – окно с двойным остеклением, ПлI – пол (I зона), ПлII – пол (II зона), ПлIII – пол (III зона), ПлIV – пол (IV зона) ПТ – потолок, Дверь – наружная дверь.

2. Принятые обозначения ориентации по сторонам света вертикальных наружных ограждений: С – север, Ю – юг, З – запад, В – восток.

Таблица 2 – Расчёт теплотерь через ограждающие конструкции здания																			
№ помещения	Назначение помещения	t внутр. расч. °С	Х-ка ограждающих конструкций						К, Вт/(м²*К)	tн, °С	n	Qо, Вт	добавки					Q добав, Вт	Q огр общ, Вт
			ограждение	Коли	Орие	Размеры, м	F, м кв.	на ориент					на ветер	прочие	B				
1 этаж																			
8	Групповая	23	НС	1	Ю	9,2	3,3	23,6	0,253	- 35	1	346,3064	0,00	0,05	0,05	0,10	34,631	380,937	
			НС	1	3	5,8	3,3	15,7	0,253		1	230,3818	0,05	0,05	0,05	0,15	34,557	264,939	
			ДО	1	3	2	1,7	3,4	1,5		1	295,8	0,05	0,05	0,05	0,15	44,370	340,170	
			ДО	2	Ю	2	1,7	6,8	1,5		1	591,6	0,00	0,05	0,05	0,10	59,160	650,760	
			ПлI	1				29,7	0,48		1	826,848						826,848	
			ПлII	1				21,7	0,23		1	289,478						289,478	
			ПлIII	1				14,3	0,12		1	99,528						99,528	
Итого по групповой																	2852,660		
9	Спальня	20	НС	1	3	5,7	3,3	9,41	0,253	- 35	1	130,94015	0,05	0,05	0	0,1	13,094	144,03417	
			ДО	2	3	2	1,7	6,8	1,5		1	561	0,05	0,05	0	0,1	56,1	617,1	
			НД	1	3	1,3	2	2,6	1,75		1	250,25	0,05	0,05	0	0,1	25,025	275,275	
			ПлI	1				11,4	0,48		1	300,96						300,96	
			ПлII	1				11,4	0,23		1	144,21						144,21	
			ПлIII	1				11,4	0,12		1	75,24						75,24	
			ПлIV	1				12,2	0,07		1	46,97						46,97	
Итого по спальне																	1603,789		
4	Спальня	20	НС	1	3	5,7	3,3	12,3	0,253	- 35	1	171,1545	0,05	0,05	0	0,1	17,1155	188,26995	
			ДО	2	3	1,4	1,7	4,76	1,5		1	392,7	0,05	0,05	0	0,1	39,27	431,97	
			ДО	1	3	1,2	1,5	1,8	1,5		1	148,5	0,05	0,05	0	0,1	14,85	163,35	
			ПлI	1				11,4	0,48		1	300,96						300,96	
			ПлII	1				11,4	0,23		1	144,21						144,21	

			ПлIII	1				11,4	0,12		1	75,24						75,24
			ПлIV	1				2,34	0,07		1	9,009						9,009
Итого по спальне																		1313,009
2	Раздевалка	23	НС	1	3	6,5	3,3	7,26	0,253	-	1	106,53324	0,05	0,05	0,05	0,15	15,98	122,51323
			НС	1	С	4,3	3,3	12,1	0,253	35	1	177,5554	0,1	0,05	0,05	0,2	35,5111	213,06648
			ДО	1	С	1,4	1,5	2,1	1,5		1	182,7	0,1	0,05	0,05	0,2	36,54	219,24
			ПлI	1				18,6	0,48		1	517,824						517,824
			ПлII	1				8,84	0,23		1	117,9256						117,9256
Итого по раздевалке																		1190,569
3	Групповая	23	НС	1	С	8,9	3,3	22,6	0,253	-	1	331,632	0,1	0,05	0,05	0,2	66,3265	397,95888
			НС	1	В	3,1	3,3	3,43	0,253	35	1	50,332	0,1	0,05	0,05	0,2	10,0664	60,398184
			ДО	2	С	2	1,7	6,8	1,5		1	591,600	0,1	0,05	0,05	0,2	118,32	709,92
			ПлI	1				25,6	0,48		1	712,704						712,704
			ПлII	1				20,1	0,23		1	268,134						268,134
			ПлIII	1				9,26	0,12		1	64,4496						64,4496
Итого по групповой																		2213,565
31	Коридор	20	НС	1	С	1,1	3,3	2,43	0,253	-	1	33,81345	0,1	0,05	0	0,15	5,34867	39,162123
			ДО	1	С	0,8	1,5	1,2	1,5	35	1	99	0,1	0,05	0	0,15	15,66	114,66
			ПлI	1				4,36	0,48		1	115,104						115,104
			ПлII	1				2,8	0,23		1	35,42						35,42
			ПлIII	1				2,8	0,12		1	18,48						18,48
			ПлIV	1				23,1	0,07		1	88,935						88,935
Итого по коридору																		411,7611
44	Горячий цех	18	НС	1	С	2,9	3,3	7,02	0,253	-	1	94,13118	0,1	0,05	0	0,15	14,1197	108,25086
			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	202,725	0,1	0,05	0	0,15	30,4088	233,13375
			ПлI	1				5,72	0,48		1	145,5168						145,5168
			ПлII	1				4,5	0,23		1	54,855						54,855
Итого по горячему цеху																		541,7564
45	Мясо-рыбный цех	18	НС	1	С	3,1	3,3	7,68	0,253	-	1	102,98112	0,1	0,05	0	0,15	15,4472	118,42829

			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	202,725		0,1	0,05	0	0,15	30,4088	233,13375		
			ПлI	1				6,1	0,48		1	155,184							155,184		
			ПлII	1				4,8	0,23		1	58,512							58,512		
Итого по мясо-рыбному цеху																			565,258		
41	Тамбур	15	НД	1	3	1,3	2	2,6	1,75	-	1	227,5		0,05	0,05	0	0,1	22,75	250,25		
Итого по тамбуру																			250,25		
46	Цех обработки овощей	18	НС	1	С	2,7	3,3	5,51	0,253	-	1	73,88359		0,1	0,05	0	0,15	11,0825	84,966129		
			НД	1	С	1,7	2	3,4	1,75		35	1	315,35		0,1	0,05	0	0,15	47,3025	362,6525	
			ПлI	1				5,4	0,48			1	137,376								137,376
			ПлII	1				5,4	0,23			1	65,826								65,826
			ПлIII	1				0,57	0,12			1	3,6252								3,6252
Итого цеху обработки овощей																			654,4458		
37	Стиральная	20	НС	1	С	2,5	3,3	4,85	0,253	-	1	67,48775	0,1	0,05	0	0,15	10,1232	77,610913			
			До	1	С	1,7	2	3,4	1,5		35	1	280,5	0,1	0,05	0	0,15	42,075	322,575		
			ПлI	1				4,96	0,48			1	130,944							130,944	
			ПлII	1				2,18	0,23			1	27,577							27,577	
Итого по стиральной																			558,7069		
30	Коридор	20	НС	1	С	1,1	3,3	2,43	0,253	-	1	33,81345	0,1	0,05	0	0,15	5,07202	38,885468			
			ДО	1	С	0,8	1,5	1,2	1,5		35	1	99	0,1	0,05	0	0,15	14,85	113,85		
			ПлI	1				4,36	0,48			1	115,104							115,104	
			ПлII	1				2,8	0,23			1	35,42							35,42	
			ПлIII	1				2,8	0,12			1	18,48							18,48	
			ПлIV	1				23,1	0,07			1	88,935							88,935	
Итого по коридору																			410,6745		
16	Групповая	23	НС	1	С	9,5	3,3	24,6	0,253	-	1	360,9804	0,1	0,05	0,05	0,2	72,1961	433,17648			
			ДО	2	С	2	1,7	6,8	1,5		35	1	591,6	0,1	0,05	0,05	0,2	118,32	709,92		
			НС	1	3	3,9	3,3	12,9	0,253			1	189,2946	0,05	0,05	0,05	0,15	28,3942	217,68879		
			ПлI	1				29,1	0,48			1	810,144						810,144		

			ПлII	1				21,7	0,23		1	289,478						289,478
			ПлIII	1				8,35	0,12		1	58,116						58,116
Итого по групповой																		2518,523
15	Раздевалка	23	НС	1	С	4,4	3,3	12,4	0,253	-	1	181,9576	0,1	0,05	0,05	0,2	36,3915	218,34912
			ДО	1	С	1,4	1,5	2,1	1,5	35	1	182,7	0,1	0,05	0,05	0,2	36,54	219,24
			НС	1	В	6,4	3,3	18,3	0,25		1	265,35	0,1	0,05	0,05	0,2	53,07	318,42
			НД	1	В	1,4	2	2,8	1,75		1	284,2	0,1	0,05	0,05	0,2	56,84	341,04
			ПлI	1				19,1	0,48		1	531,744						531,744
			ПлII	1				8,83	0,23		1	117,7922						117,7922
Итого по раздевалке																		1746,585
17	Спальня	20	НС	1	В	5,7	3,3	11,7	0,253	-	1	162,8055	0,1	0,05	0	0,15	24,4208	187,22633
			ДО	3	В	1,4	1,7	7,14	1,5	35	1	589,05	0,1	0,05	0	0,15	88,3575	677,4075
			ПлI	1				11,4	0,48		1	300,96						300,96
			ПлII	1				11,4	0,23		1	144,21						144,21
			ПлIII	1				11,4	0,12		1	75,24						75,24
			ПлIV	1				2,33	0,07		1	8,9705						8,9705
Итого по спальне																		1394,014
22	Спальня	20	НС	1	В	5,7	3,3	11,3	0,253	-	1	157,2395	0,1	0,05	0	0,15	23,5859	180,82543
			ДО	2	В	1,4	1,7	4,76	1,5	35	1	392,7	0,1	0,05	0	0,15	58,905	451,605
			НД	1	В	1,4	2	2,8	1,75		1	269,5	0,1	0,05	0	0,15	40,425	309,925
			ПлI	1				11,4	0,48		1	300,96						300,96
			ПлII	1				11,4	0,23		1	144,21						144,21
			ПлIII	1				11,4	0,12		1	75,24						75,24
			ПлIV	1				12,2	0,07		1	46,97						46,97
Итого по спальне																		1509,735
21	Групповая	23	НС	1	В	6,6	3,3	18,4	0,253	-	1	270,0016	0,1	0,05	0,05	0,2	54,0003	324,00192
			ДО	1	В	2	1,7	3,4	1,5	35	1	295,8	0,1	0,05	0,05	0,2	59,16	354,96
			НС	1	Ю	10	3,3	26,2	0,253		1	384,4588	0,05	0,05	0,05	0,15	57,6688	442,12762
			ДО	2	Ю	2	1,7	6,8	1,5		1	591,6	0,05	0,05	0,05	0,15	88,74	680,34

			ПлI	1				29,8	0,48		1	829,632					829,632	
			ПлII	1				22,3	0,23		1	297,482					297,482	
			ПлIII	1				14,3	0,12		1	99,528					99,528	
Итого по групповой																	3028,072	
20	Раздевалка	23	НС	1	Ю	3,2	3,3	1,88	0,253	-	1	27,58712	0,05	0,05	0	0,1	2,75871	30,345832
			ДО	1	Ю	1,4	1,7	2,38	1,5	35	1	207,06	0,05	0,05	0	0,1	20,706	227,766
			ПлI	1				6,3	0,48		1	175,392						175,392
			ПлII	1				11,1	0,23		1	148,074						148,074
			ПлIII	1				5,64	0,12		1	39,2544						39,2544
Итого по раздевалке																	620,8322	
14	Лестничная клетка№2	18	НС	1	Ю	3,2	3,3	9,2	0,253	-	1	123,3628	0,05	0,05	0,05	0,15	18,5044	141,86722
			ДО	1	3	0,8	1,7	1,36	1,5	35	1	108,12	0,05	0,05	0,05	0,15	16,218	124,338
			НС	1	3	4,4	3,3	14,5	0,25		1	192,125	0,05	0,05	0,05	0,15	28,8188	220,94375
			Пт	1				14,1	0,33		1	246,609						246,609
			ПлI	1				19,3	0,48		1	490,992						490,992
			ПлII	1				2,47	0,23		1	30,1093						30,1093
Итого по лестничной клетке №2																	1254,859	
35	Процедурная	23	НС	1	Ю	2,2	3,3	5,16	0,253	-	1	75,71784	0	0,05	0	0,05	3,78589	79,503732
			ДО	1	Ю	1,4	1,5	2,1	1,5	35	1	182,7	0	0,05	0	0,05	9,135	191,835
			ПлI	1				3,49	0,48		1	97,1616	0					97,1616
			ПлII	1				3,87	0,23		1	51,6258	0					51,6258
			ПлIII	1				0,76	0,12		1	5,2896	0					5,2896
Итого по процедурной																	425,4157	
34	Изолятор	23	НС	1	Ю	2,2	3,3	7,26	0,253	-	1	106,53324	0	0,05	0	0,05	5,32666	111,8599
			ПлI	1				4,04	0,48	35	1	112,4736						112,4736
			ПлII	1				4,04	0,23		1	53,8936						53,8936
			ПлIII	1				0,79	0,12		1	5,4984						5,4984
Итого по изолятору																	283,7255	
33	Медицинский	23	НС	1	Ю	2,4	3,3	5,82	0,253	-	1	85,40268	0	0,05	0	0,05	4,27013	89,672814

	кабинет		ДО	1	Ю	1,4	1,5	2,1	1,5	35	1	182,7	0	0,05	0	0,05	9,135	191,835
			ПлI	1				4,85	0,48		1	135,024						135,024
			ПлII	1				6,05	0,23		1	80,707						80,707
			ПлIII	1				1,18	0,12		1	8,2128						8,2128
Итого по медицинскому кабинету																		505,4516
29	Холл	20	ПлII	1	0	0	0	4,07	0,23	-	1	51,4855						51,4855
			ПлIII	1	0	0	0	4,1	0,12	35	1	27,06						27,06
Итого по холлу																		78,5455
28	Холл	20	ПлII	1				4,07	0,23	-	1	51,4855						51,4855
			ПлIII	1				4,1	0,12	35	1	27,06						27,06
Итого по холлу																		78,5455
14	Лестничная клетка №1	18	НС	1	Ю	3,2	3,3	9,2	0,253	-	1	123,3628	0	0,05	0,05	0,1	12,3363	135,69908
			ДО	1	В	0,8	1,7	1,36	1,5	35	1	108,12	0,1	0,05	0,05	0,2	21,624	129,744
			НС	1	В	4,4	3,3	14,5	0,253		1	194,4305	0,1	0,05	0,05	0,2	38,8861	233,3166
			Пт	1				14,1	0,33		1	246,609						246,609
			ПлI	1				19,3	0,48		1	490,992						490,992
			ПлII	1				2,47	0,23		1	30,1093						30,1093
Итого лестничная клетка №1																		1266,47
7	Раздевалка	23	НС	1	Ю	3,2	3,3	8,46	0,253	-	1	124,14204	0,00	0,05	0	0,05	6,2071	130,34914
			ДО	1	Ю	1,4	1,5	2,1	1,5	35	1	182,7	0,00	0,05	0	0,05	9,135	191,835
			ПлI	1				6,34	0,48		1	176,5056						176,5056
			ПлII	1				11,1	0,23		1	148,074						148,074
			ПлIII	1				3,45	0,12		1	24,012						24,012
Итого по раздевалке																		670,7757
Итого 1 этаж																		27947,996
2 Этаж																		
8	Групповая	23	НС	1	Ю	9,2	3,3	23,6	0,253	-	1	346,3064	0	0,05	0,05	0,1	34,6306	380,93704
			НС	1	3	5,8	3,3	15,7	0,253	35	1	230,3818	0,05	0,05	0,05	0,15	34,5573	264,93907
			ДО	1	3	2	1,7	3,4	1,5		1	295,8	0,05	0,05	0,05	0,15	44,37	340,17

			ДО	2	Ю	2	1,7	6,8	1,5		1	591,6	0	0,05	0,05	0,1	59,16	650,76
			Пт					52,6	0,33		1	1006,764						1006,764
Итого по групповой																		2643,57
9	Спальня	20	НС	1	3	5,7	3,3	9,41	0,253	- 35	1	130,94015	0,05	0,05	0	0,1	13,094	144,03417
			ДО	2	3	2	1,7	6,8	1,5		1	561	0,05	0,05	0	0,1	56,1	617,1
			НД	1	3	1,3	2	2,6	1,75		1	250,25	0,05	0,05	0	0,1	25,025	275,275
			Пт					46,3	0,33		1	840,345						
Итого по спальне																		1876,754
3	Спальня	20	НС	1	3	5,7	3,3	12,3	0,253	- 35	1	171,1545	0,05	0,05	0	0,1	17,1155	188,26995
			ДО	2	3	1,4	1,7	4,76	1,5		1	392,7	0,05	0,05	0	0,1	39,27	431,97
			ДО	1	3	1,2	1,5	1,8	1,5		1	148,5	0,05	0,05	0	0,1	14,85	163,35
			Пт					46,3	0,33		1	840,345						
Итого по спальне																		1623,935
2	Групповая	23	НС	1	3	6,5	3,3	18,1	0,253	- 35	1	265,5994	0,05	0,05	0,05	0,15	39,8399	305,43931
			НС	1	С	9	3,3	22,9	0,253		1	336,0346	0,1	0,05	0,05	0,2	67,2069	403,24152
			ДО	2	С	2	1,7	6,8	1,5		1	591,6	0,1	0,05	0,05	0,2	118,32	709,92
			Пт					52,6	0,33		1	1006,764					0	1006,764
			ДО	1	3	2	1,7	3,4	1,5		1	295,8	0,05	0,05	0,05	0,15	44,37	340,17
Итого по групповой																		2765,535
1	Раздевалка	23	НС	1	С	4	3,3	10,8	0,253	- 35	1	158,4792	0,1	0,05	0,05	0,2	31,6958	190,17504
			НС	1	В	3,1	3,3	7,85	0,253		1	115,1909	0,1	0,05	0,05	0,2	23,0382	138,22908
			ДО	1	С	1,4	1,7	2,38	1,5		1	207,06	0,1	0,05	0,05	0,2	41,412	248,472
			Пт					18,2	0,33		1	348,348						
Итого по раздевалке																		925,2241
19	Коридор	20	НС	1	1	С	1,1	3,3	2,43	- 35	1	441,045	0,1	0,05	0	0,15	66,1568	507,20175
			ДО	1	1	С	0,8	1,5	1,2		1	99	0,1	0,05	0	0,15	14,85	113,85
			Пт					18	0,33		1	326,7						
Итого по коридору																		947,7518
22	Кабинет	23	НС	1	С	2,9	3,3	7,02	0,253	-	1	103,01148	0,1	0,05	0	0,15	15,4517	118,4632

	логопеда и психолога		ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	221,85	0,1	0,05	0	0,15	33,2775	255,1275
			Пт					12,1	0,33		1	231,594						231,594
Итого по кабинету																		605,1847
23	Кабинет старшего воспитателя	23	НС	1	С	2,5	3,3	5,7	0,253	-	1	83,6418	0,1	0,05	0	0,15	12,5463	96,18807
			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	221,85	0,1	0,05	0	0,15	33,2775	255,1275
			Пт					10,5	0,33		1	200,97						200,97
Итого по кабинету																		552,2856
24	Кабинет заведующей по АХР	23	НС	1	С	2,6	3,3	5,87	0,253	-	1	86,13638	0,1	0,05	0	0,15	12,9205	99,056837
			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	221,85	0,1	0,05	0	0,15	33,2775	255,1275
			Пт					10,7	0,33		1	204,798						204,798
Итого по кабинету																		558,9823
25	Приемная	20	НС	1	С	2	3,3	4,05	0,253	-	1	56,35575	0,1	0,05	0	0,15	8,45336	64,809113
			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	210,375	0,1	0,05	0	0,15	31,5563	241,93125
			Пт					8,38	0,33		1	152,097						152,097
Итого по приемной																		458,8374
26	Кабинет заведующей	20	НС	1	С	2,8	3,3	6,69	0,253	-	1	93,09135	0,1	0,05	0	0,15	13,9637	107,05505
			ДО	1	С	1,7	1,5	2,55	1,5	35	1	210,375	0,1	0,05	0	0,15	31,5563	241,93125
			Пт					11,8	0,33		1	214,17						214,17
Итого по кабинету																		563,1563
20	Коридор	20	НС	1	С	1,1	3,3	2,43	0,253	-	1	33,81345	0,1	0,05	0	0,15	5,07202	38,885468
			ДО	1	С	0,8	1,5	1,2	1,5	35	1	99	0,1	0,05	0	0,15	14,85	113,85
			Пт					18	0,33		1	326,7						326,7
Итого коридор																		479,4355
27	Раздевалка	23	НС	1	С	3,9	3,3	10,5	0,253	-	1	154,077	0,1	0,05	0,05	0,2	30,8154	184,8924
			ДО	1	С	1,4	1,7	2,38	1,5	35	1	207,06	0,1	0,05	0,05	0,2	41,412	248,472
			НС	1	3	3,9	3,3	12,9	0,25		1	187,05	0,05	0,05	0,05	0,15	28,0575	215,1075
			Пт					18,2	0,33		1	348,348						348,348
Итого по раздевалке																		996,8199
28	Групповая	23	НС	1	С	10	3,3	26,2	0,253	-	1	384,4588	0,1	0,05	0,05	0,2	76,8918	461,35056

			ДО	2	С	2	1,7	6,8	1,5	35	1	591,6	0,1	0,05	0,05	0,2	118,32	709,92
			НС	1	В	6,5	3,3	18,1	0,253		1	265,5994	0,1	0,05	0,05	0,2	53,1199	318,71928
			ДО	1	В	2	1,7	3,4	1,5		1	295,8	0,1	0,05	0,05	0,2	59,16	354,96
			Пт					52	0,33		1	995,28						995,28
	Итого по групповой																	2840,23
29	Спальня	20	НС	1	В	5,7	3,3	14,1	0,253	-	1	196,2015	0,1	0,05	0	0,15	29,4302	225,63173
			ДО	2	В	1,4	1,7	4,76	1,5	35	1	392,7	0,1	0,05	0	0,15	58,905	451,605
			НД	1	В	1,3	2	2,6	1,75		1	250,25	0,1	0,05	0	0,15	37,5375	287,7875
			Пт					46,3	0,33		1	840,345						840,345
	Итого по спальне																	1805,369
35	Спальня	20	НС	1	В	5,7	3,3	14,05	0,253	-	1	195,50575	0,1	0,05	0	0,15	29,3259	224,83161
			ДО	2	В	1,4	1,7	4,76	1,5	35	1	392,7	0,1	0,05	0	0,15	58,905	451,605
			НД	1	В	1,3	2	2,6	1,75		1	250,25	0,1	0,05	0	0,15	37,5375	287,7875
			Пт					46,32	0,33		1	840,708						840,708
	Итого по спальне																	1804,932
34	Групповая	23	НС	1	В	6,6	3,3	18,38	0,253	-	1	269,70812	0,1	0,05	0,05	0,2	53,9416	323,64974
			ДО	1	В	2	1,7	3,4	1,5	35	1	295,8	0,1	0,05	0,05	0,2	59,16	354,96
			НС	1	Ю	10	3,3	26,2	0,253		1	384,4588	0,05	0,05	0,05	0,15	57,6688	442,12762
			ДО	2	Ю	2	1,7	6,8	1,5		1	591,6	0,05	0,05	0,05	0,15	88,74	680,34
			Пт					52,64	0,33			1007,5296				0	0	1007,5296
	Итого по групповой																	2808,607
33	Раздевалка	23	НС	1	Ю	3,2	3,3	8,18	0,253	-	1	120,03332	0,05	0,05	0	0,1	12,0033	132,03665
			ДО	1	Ю	1,4	1,7	2,38	1,5	35	1	207,06	0,05	0,05	0	0,1	20,706	227,766
								18,3	0,33		1	320,067						320,067
	Итого по раздевалке																	679,8697
14	Холл	20	НС	1	Ю	9,8	3,3	22,1	0,253	-	1	307,5215	0,05	0,05	0	0,1	30,7522	338,27365
			ДО	3	Ю	2	1,7	10,2	1,5	35	1	841,5	0,05	0,05	0	0,1	84,15	925,65
			Пт					90,4	0,33		1	1640,76						1640,76
	Итого по холлу																	2904,684

7	Зал для музыкальных и гимнастических занятий	23	НС	1	Ю	3,2	3,3	8,46	0,253	-	35	1	124,14204	0,05	0,05	0	0,1	12,4142	136,55624
			ДО	1	Ю	1,4	1,5	2,1	1,5			1	182,7	0,05	0,05	0	0,1	18,27	200,97
			Пт					18,2	0,33			1	348,348						348,348
	Итого по залу																		685,8742
Итого 2 этаж																		28527,04	
Итого по всему зданию																		56475,033	

1.5 Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха

Удаляемый вытяжной вентиляцией воздух возмещается поступлением холодного наружного воздуха в основном через неплотности оконных притворов и балконных дверей.

Кроме естественного давления, возникающего вследствие разности плотностей теплого внутреннего и холодного наружного воздуха, проникновению холодного воздуха в помещения ДО способствует переход у стен здания динамического давления ветра в статическое.

Для предупреждения охлаждения помещений ДО поступающим через неплотности заполнения световых проемов и стыков панелей наружным воздухом предусматривают подачу в помещения дополнительного количества тепла, обеспечивающего подогрев инфильтрующегося воздуха до требуемой температуры помещений.

Количество наружного воздуха, поступающего в помещение ДО в результате инфильтрации, зависит от конструктивно-планировочного решения здания, направления и скорости ветра, температуры воздуха, герметичности конструкций и особенно длины и вида притворов открывающихся окон, фонарей, дверей и ворот.

Общий процесс обмена воздухом между помещениями ДО с наружным воздухом, который происходит под действием естественных сил и работы искусственных побудителей движения воздуха, называют воздушным режимом здания. Воздухообмен происходит через все воздухопроницаемые элементы (притворы, стыки, вентиляционные каналы и пр.) под действием разности давления, поэтому расчет воздушного режима сводится к рассмотрению аэродинамической системы с определенным образом заданными граничными условиями.

Теплопотери $Q_{и.в.}$, Вт, на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации в помещения, определялись по формуле:

$$Q_{и.в.} = 0,28 \sum G_i c t_e - t_n \beta, \text{Вт}, \quad (3)$$

где:

β – поправочный коэффициент, учитывающий нагревание инфильтрующегося воздуха в межстекольном пространстве окон, где воздух нагревается теплотой, (экономайзерный эффект) передающейся через окна наружу ($\beta = 0,8$ при отдельных и $\beta = 1,0$ при спаренных переплетах и при одинарных окнах, дверях и воротах);

c – удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 1005 Дж/(кг·К);

t_n – расчетная температура наружного воздуха, соответствующая параметрам Б для холодного периода года по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;

t_v – расчетная температура внутреннего воздуха;

G_i – количество воздуха, поступающего путем инфильтрации через площади соответственно окон и других наружных ограждений, кг/ч;

0,28 – числовой коэффициент, приводящий в соответствие принятые размерности расхода воздуха, кг/ч, и теплового потока, Вт (0,28=1005/3600).

При определении инфильтрации расчет воздушного режима здания ДО был упрощен. Задача инженерного расчета сводилась, прежде всего, к определению суммарного расхода инфильтрующегося воздуха кг/ч, через отдельные ограждающие конструкции помещения, который зависит от вида и характера неплотностей в наружных ограждениях.

Количество воздуха, поступающего в 1 ч, вычислялось при известной воздухопроницаемости наружных ограждений по формулам: для заполнений световых проемов:

$$G_i = 0,21 \sum \frac{\Delta p_1^{2/3} \cdot A_1}{R_{u,1}} + \sum \frac{\Delta p_2^{1/2} \cdot A_2}{R_{u,2}} + \sum \frac{\Delta p_3 \cdot l}{R_{u,3}}, \text{ кг / ч,} \quad (4)$$

где:

обозначения с индексом 1 относятся к окнам, балконным дверям и фонарям; с индексом 2 – к дверям, воротам и открытым проемам; с

индексом 3 – к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий);

A – площадь ограждения, м^2 ;

l – длина стыков панелей, м ;

R_u – сопротивление воздухопроницанию соответствующего ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}^n / \text{кг}$ для R_{u1} и R_{u2} или $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ для R_{u3} (показатель степени n , равный 1/2 или 2/3 характеризует различный аэродинамический режим фильтрации воздуха, соответственно ламинарный через стыки панелей, турбулентный – через двери и открытые проемы, смешанный через неплотности окон);

Δp – перепад давления на поверхности соответствующих ограждений на уровне расположения воздухопроницаемого элемента, Па .

0,21 – числовой коэффициент, учитывающий перепад давления $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$, при котором определяются расчетные значения R_{u1} ($0,21 = 1/10^{2/3}$).

В нашем случае расчет инфильтрации проводился для всех световых проемов, а так же наружных дверей. Разность давления Δp_i у наружной и внутренней, поверхностей ограждающих конструкций вычислялась в центре рассматриваемого элемента (окна, двери, стены, ворот, фонаря).

Фактические значения сопротивления воздухопроницанию наружных ограждений R_u определялись по действующим СНиП II-3-79**. В данном случае для остекления и наружных дверей $R_{u1} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, так как установленные окна и наружные двери сделаны из ПВХ профилей и двухкамерных стеклопакетов и являются почти герметичными. Для внутренних дверей разделяющие помещения, температура в которых отличается более чем на 4°C $R_{u1} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

Расчетная разность давления Δp_i , Па , определялась величиной гравитационно-ветрового давления и работой вентиляции.

При вычислении разности давления Δp_i использовалась формула:

$$\Delta p_i = H - h_i \cdot g \cdot \rho_n - \rho_e + 0,5 \rho_n v_n^2 \cdot c_n - c_s \cdot K - p_0, \text{ Па}, \quad (5)$$

где:

H – высота здания от поверхности земли до верха карниза или вытяжных отверстий шахт (фонаря), м;

h_i – расстояние от поверхности земли до верха окон, дверей и проемов или до середины стыков панелей, м;

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

$\rho_n - \rho_e$ – плотность, соответственно, наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 , определялась в зависимости от температуры воздуха по формуле $= 353 / (273 + t)$;

v_n – расчетная скорость ветра, м/с. Принималась по таблице 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», для г. Рубцовска скорость ветра равна 7,2 м/с;

K – коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, принимаемый при помощи интерполирования по СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;

c_n, c_z – аэродинамические коэффициенты на, соответственно, наветренной и заветренной сторонах здания, по приложению 6 СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;

p_0 – условное давление в помещении, Па, от уровня которого отсчитаны первое и второе слагаемые формулы (5).

Для помещений ДО со сбалансированной вентиляцией (вентиляционная вытяжка полностью компенсируется подогретым притоком воздуха) условное давление p_0 Па, принималась равным наибольшему избыточному давлению в верхней точке заветренной стороны здания, обусловленному действием гравитационного и ветрового давления, т. е.

$$p_0 = 0,5Hg \rho_n - \rho_e + 0,25\rho_n v_n^2 c_n - c_z K, \text{ Па.} \quad (6)$$

Вычисленное значение p_0 принималось постоянным для всего здания, в лестничной клетке, в непосредственно соединенных с ней

коридорах, а также в отдельных помещениях при свободном перетекании воздуха из помещения в коридоры. В случае герметизации внутренних дверей условное давление в отдельных помещениях определяется из уравнения воздушного баланса помещения.

Рассмотрим пример расчета потерь тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха для одного светового проема Кабинета директора на первом этаже (помещение №7):

1. Потери учитываются только через световые проемы. Считаем по вышеуказанной методике условное давление в помещениях и расчетную разность давлений:

$$p_0 = 0,5Hg \rho_n - \rho_e + 0,25\rho_n v_n^2 c_n - c_3 \text{ К, Па,}$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 7,5 \cdot 1,487 - 1,196 + 0,25 \cdot 1,487 \cdot 7,2^2 \cdot 0,8 - (-0,6) \cdot 0,5 = 24,215, \text{ Па,}$$

$$\Delta p_i = g H - h \rho_n - \rho_e + 0,5\rho_n v_n^2 c_n - c_3 \text{ К} - p_0, \text{ Па,}$$

$$\Delta p_i = 9,81(7,5 - 3,2) \cdot 1,487 - 1,196 + 0,5 \cdot 1,487 \cdot 7,2^2 \cdot 0,8 - (-0,6) \cdot 0,5 - 24,215 = 15,066, \text{ Па.}$$

2. Находим количество воздуха, поступающего за один час по формуле (4):

$$G_i = 0,21 \sum \frac{\Delta p_1^{2/3} \cdot A_1}{R_{u,1}} = 0,21 \cdot \frac{15,066^{2/3} \cdot 2,1}{1} = 2,69 \text{ кг / ч.}$$

3. Теплотери $Q_{и.в.}$, Вт, на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации в помещения, определяют по формуле (3):

$$Q_{и.в.} = 0,28 \sum G_i c t_e - t_n \beta = 0,28 \cdot 1,57 \cdot (23 - (-35)) \cdot 1 = 43,688 \text{ Вт.}$$

Для остальных световых проемов рассчитываем тепловые потери через ограждающие конструкции по изложенной методике, результаты заносим в таблицу 3 «Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха».

Таблица 3 - Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха

№ помещения	Название помещения	Ограждение	tв, °С	tв-tн, °С	F0, м2	Gi, кг/ч*м2	Rи, Па *м2*ч/кг	pи, Па	p0, Па	h, м	p(н), кг/м3	p(в), кг/м3	v, м/с	Сн-Сз	Ки	Qи.в., Вт	Qобщ., Вт
1 этаж																	
8	Групповая	ДО	23	58	10,2	12,226	1	13,637	24,215	3,7	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	198,553	3051,213
9	Спальня	ДО	20	55	6,8	8,148	1	13,631	23,765	3,7	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	125,485	1778,531
		НД	20	55	2,6	3,198	1	14,178	23,765	3,5	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	49,257	
4	Спальня	ДО	20	55	4,76	6,300	1	15,822	23,765	2,9	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	97,018	1447,556
		ДО	20	55	1,8	2,437	1	16,370	23,765	2,7	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	37,529	
2	Раздевалка	ДО	23	58	2,1	2,791	1	15,924	24,215	2,9	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	45,331	1235,900
3	Групповая	ДО	23	58	6,8	8,151	1	13,637	24,215	3,7	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	132,369	2345,934
31	Коридор	ДО	20	55	1,2	1,696	1	17,465	23,765	2,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	26,124	437,885
44	Горячий цех	ДО	18	53	2,55	3,251	1	14,955	23,459	3,2	1,487	1,216	7,2	1,4	0,5	48,238	589,994
45	Мясо-рыбный цех	ДО	18	53	2,55	3,251	1	14,955	23,459	3,2	1,487	1,216	7,2	1,4	0,5	48,238	613,496
46	Цех обработки овощей	НД	18	53	3,4	4,179	1	14,158	23,459	3,5	1,487	1,216	7,2	1,4	0,5	62,011	716,457
37	Стиральная	ДО	20	55	3,4	4,343	1	15,000	23,765	3,2	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	66,878	625,585
30	Коридор	ДО	20	55	1,2	1,696	1	17,465	23,765	2,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	26,124	436,799
16	Групповая	ДО	23	58	6,8	8,377	1	14,208	24,215	3,5	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	136,044	2654,567
15	Раздевалка	ДО	23	58	2,1	2,690	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	43,688	1848,523
		НД	23	58	2,8	3,587	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	58,250	

17	Спальня	ДО	20	55	7,14	8,784	1	14,178	23,765	3,5	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	135,266	1529,280
22	Спальня	ДО	20	55	4,76	6,080	1	15,000	23,765	3,2	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	93,629	1658,440
		НД	20	55	2,8	3,576	1	15,000	23,765	3,2	1,487	1,208	7,2	1,4	0,5	55,076	
21	Групповая	ДО	23	58	10,2	12,566	1	14,208	24,215	3,5	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	204,065	3232,137
20	Раздевалка	ДО	23	58	2,38	3,049	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	49,513	670,345
14	Лестничная клетка	ДО	18	53	1,36	1,734	1	14,955	23,459	3,2	1,487	1,216	7,2	1,4	0,5	25,727	1280,586
41	Тамбур	НД	15	50	2,6	3,191	1	14,127	22,993	3,5	1,487	1,229	7,2	1,4	0,5	44,670	294,920
35	Процедурная	ДО	23	58	2,1	2,690	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	43,688	469,103
34	Изолятор																283,726
33	Медицинский кабинет	ДО	23	58	2,1	2,690	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	43,688	549,140
29	Холл																78,546
28	Холл																78,546
14	Лестничная клетка	ДО	18	53	1,36	1,734	1	14,955	23,459	3,2	1,487	1,216	7,2	1,4	0,5	25,727	1292,197
7	Раздевалка	ДО	23	58	2,1	2,690	1	15,066	24,215	3,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	43,688	714,464
Итого по 1 этажу																1965,871	29913,868
2 этаж																	
8	Групповая	ДО	23	58	10,2	9,677	1	9,602	24,755	5,3	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	157,147	2800,717
9	Спальня	ДО	20	55	6,8	6,534	1	9,788	24,305	5,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	100,626	2015,855
		НД	20	55	2,6	2,498	1	9,788	24,305	5,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	38,475	
3	Спальня	ДО	20	55	4,76	4,574	1	9,788	24,305	5,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	70,438	1725,772
		ДО	20	55	1,8	2,039	1	12,527	24,305	4,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	31,399	

2	Групповая	ДО	23	58	6,8	6,451	1	9,602	24,755	5,3	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	104,765	2870,300
1	Раздевалка	ДО	23	58	2,38	2,434	1	10,745	24,755	4,9	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	39,524	964,748
19	Коридор	ДО	20	55	1,2	1,359	1	12,527	24,305	4,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	20,932	968,684
22	Кабинет логопеда и психолога	ДО	23	58	2,55	2,467	1	9,888	24,755	5,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	40,063	645,248
23	Кабинет старшего восп.	ДО	23	58	2,55	2,467	1	9,888	24,755	5,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	40,063	592,349
24	Кабинет заведующей по АХР	ДО	23	58	2,55	2,467	1	9,888	24,755	5,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	40,063	599,045
25	Приемная	ДО	20	55	2,55	2,496	1	10,062	24,305	5,2	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	38,435	497,272
26	Кабинет зав.	ДО	20	55	2,55	2,496	1	10,062	24,305	5,2	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	38,435	601,591
20	Коридор	ДО	20	55	1,2	1,359	1	12,527	24,305	4,3	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	20,932	500,368
27	Раздевалка	ДО	23	58	2,38	2,439	1	10,777	24,215	4,7	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	39,603	1036,423
28	Групповая	ДО	23	58	6,8	6,337	1	9,348	24,215	5,2	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	102,910	2972,420
		ДО	23	58	1,7	1,803	1	11,349	24,215	4,5	1,487	1,196	7,2	1,4	0,5	29,280	
29	Спальня	ДО	20	55	3,76	3,878	1	10,884	24,305	4,9	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	59,718	1907,072
		НД	20	55	2,6	2,726	1	11,157	24,305	4,8	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	41,985	
35	Спальня	ДО	20	55	4,76	4,909	1	10,884	24,305	4,9	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	75,601	1922,518
		НД	20	55	2,6	2,726	1	11,157	24,305	4,8	1,487	1,208	7,2	1,4	0,52	41,985	
34	Групповая	ДО	23	58	10,2	9,677	1	9,602	24,755	5,3	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	157,147	2965,754
33	Раздевалка	ДО	23	58	2,38	2,434	1	10,745	24,755	4,9	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	39,524	719,391

	Зал для музыкальных и гимнастических занятий	ДО	23	58	10,2	9,677	1	9,602	24,755	5,3	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	157,147	3061,831
7	Раздевалка	ДО	23	58	2,1	2,147	1	10,745	24,755	4,9	1,487	1,196	7,2	1,4	0,52	34,874	720,748
Итого по 2 этажу																1561,072	30088,107
Итого по зданию																3526,943	60001,975

2 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В соответствии со СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», в зависимости от назначения помещения ДО требуется выбрать ту или иную конструкцию системы отопления. Так как в данном проекте рассматривается детский сад, то возникает вопрос правильного выбора системы отопления для каждого рода помещений. Например, для помещений ясельной группы, рекомендуется применение теплых полов. В зимний период температура пола в групповых помещениях, расположенных на первых этажах здания, должна быть не менее 22°C.

Из всего вышесказанного следует отметить, что правильно выбранная конструкция системы отопления значительно сказывается на обеспечении микроклимата и условиях комфортности в помещении.

2.1 Определение типа и размеров отопительных приборов

При выборе вида отопительных приборов следует прежде всего учитывать давление в системе, качество теплоносителя (например, стальные панельные радиаторы могут применяться только в системах водяного отопления с химически подготовленной деаэрированной водой), а также состав воздушной среды помещений (стальные приборы без защитного покрытия нельзя применять при наличии в воздухе помещений веществ, агрессивных по отношению к металлу).

Принимают также во внимание назначение и архитектурно-технологическую планировку здания, особенности теплового режима помещений, места и длительность пребывания на них людей.

При повышенных санитарно-гигиенических, а также противопожарных и противозрывных требованиях выбирают приборы с гладкой поверхностью - радиаторы панельные бетонные или стальные и гладкотрубные приборы (при обосновании).

Для поддержания оптимальных параметров температурного режима отопительные приборы оборудуются регулируемыми кранами. Средняя температура поверхности нагревательных приборов в помещениях дошкольных учреждений не должна превышать 80°C. Отопительные приборы, конструкция которых не имеет защитных устройств, следует ограждать съемными решетками из дерева или термостойких материалов, разрешенных к применению в установленном порядке.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещений. Наиболее равномерно помещения нагревают напольные и потолочные отопительные панели. Вертикальные приборы размещают прежде всего под световыми проемами, причем желательно чтобы под окнами длина приборов составляла не менее 50% длины светового проема.

При размещении приборов под окнами вертикальные оси оконного проема и прибора совмещают (допустимо отклонение не более 50 мм). В жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, административно-бытовых зданиях приборы могут быть смещены от оси проемов.

Отопительные приборы (при невозможности размещения их под окнами или у наружных стен) могут быть установлены у внутренних стен. Для ориентировки при размещении приборов используются данные о номинальном тепловом потоке и длине приборов.

Вертикальные отопительные приборы следует размещать по возможности ближе к полу помещений (минимальное расстояние от низа прибора до поверхности пола 60 мм).

Установка отопительных приборов во входных тамбурах с наружными дверями недопустима; приборы могут быть помещены во внутренних тамбурах (при тройных входных дверях с двумя тамбурами между ними).

Отопительные приборы размещают так, чтобы были обеспечены их осмотр, очистка и ремонт. Если применяется ограждение (экран) или декорирование приборов, кроме конвекторов с кожухом (по технологическим,

противопожарным, противовзрывным или архитектурным требованиям), то уменьшение номинального теплового потока укрытых приборов допустимо не более чем на 10%.

Присоединение труб к отопительным приборам может быть с одной стороны (одностороннее) и с противоположных сторон (разностороннее).

Тепловой поток вертикальных приборов зависит от расположения мест подачи и отвода из них теплоносителя воды. Теплопередача возрастает при подаче теплоносителя воды в верхнюю часть и отводе воды из нижней части прибора (направление движения сверху - вниз) и понижается при направлении движения снизу-вверх. При установке отопительных приборов в несколько ярусов по высоте (радиаторов, конвекторов, гладких труб или ребристых труб) рекомендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя сверху-вниз (из верхнего яруса в нижние).

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках.

В рассматриваемом здании во всех помещениях мы будем применять секционные алюминиевые радиаторы «Радиатор Solaris 350/80» высотой 350мм. В раздевках для сушильных шкафов предусмотрена установка регистров из четырех труб диаметром 57мм и общей длиной 4м. Система отопления принята двухтрубная с тупиковым движением теплоносителя. Теплоноситель в системе – вода с параметрами 95/70⁰С.

На подводках к отопительным приборам установлена запорно-регулирующая арматура фирмы «ICMA». В системе отопления предусматривается установка запорной и сливной арматуры со штуцером.

В помещениях групповых и спален 1 этажа спроектирована система напольного отопления с параметрами теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе 50/40⁰С.

Для предотвращения ожогов у детей предусмотренные защитные ограждения у отопительных приборов, а транзитные стояки и подводки к приборам спрятаны в конструкции стены.

Для выбора типоразмера прибора находим расход воды через прибор:

$$G_{np} = \frac{Q_{потери} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot t_{вх} - t_{вых}}, \text{ Вт}, \quad (7)$$

где:

$Q_{потери}$ – рассчитанные теплотери;

β_1 – коэффициент учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, выбираем по [1, табл. 9.4];

β_2 – коэффициент учитывающий место и тип установленного прибора, выбираем по [1, табл 9.5];

c – удельная массовая теплоемкость воды равная 4187 Дж/кг·К;

$t_{вх}$ – температура воды на входе в прибор 95 °С;

$t_{вых}$ – температура воды на выходе из прибора 70 °С.

Температурный напор определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_{вн}, \text{ С}, \quad (8)$$

где:

$t_{вн}$ – расчетная температура внутри помещения °С (графа 3).

Тепловой поток радиатора $Q_{н.т.}$, Вт, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле:

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{потери} \cdot 0,95}{\varphi_k}, \text{ Вт}, \quad (9)$$

где:

φ_k – комплексный коэффициент приведения установленного теплового потока прибора к расчетным условиям, определяется по формуле:

$$\varphi_{\kappa} = \left(\frac{\Delta t}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p \cdot b \cdot \psi \cdot c, \quad (10)$$

где:

n , p , c – коэффициенты зависящие от направления движения теплоносителя, его расхода в приборе и типа отопительного прибора, выбираем по [1, табл. 9.2];

b – коэффициент учета атмосферного давления, выбираем по [1, табл. 9.1];

ψ – коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе, принимаем по [1, табл. 9.11].

Сравнивая номинальный поток с прибора и требуемый номинальный тепловой поток производим выбор количества секций алюминиевых радиаторов Solaris, причем при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора.

Рассмотрим пример выбора отопительных приборов для разведки (помещение №7) на первом этаже:

Зная тепловой баланс помещения, расход воды на прибор определяем по формуле (7):

$$G_{np} = \frac{Q_{on} \beta_1 \beta_2}{c \cdot t_{ex} - t_{вых}} = \frac{3600 \cdot 714,464 \cdot 1,04 \cdot 1,04 \cdot}{4187 \cdot 95 - 70} = 26,583 \text{ кг / ч.}$$

Температурный напор определяемый по формуле (8):

$$\Delta t = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_{en} = \frac{95 + 70}{2} - 23 = 59,5^{\circ} \text{ C.}$$

Определяем номинальный тепловой поток по формуле (9):

$$Q_{н.т.} = \frac{714,464 \cdot 0,95}{0,6787} = 1000,136 \text{ Вт,}$$

где:

$$\varphi_{\kappa} = \left(\frac{59,5}{70}\right)^{1+0,3} \left(\frac{26,583}{360}\right)^{0,02} \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,039 = 0,6787.$$

Используя значение $Q_{н.т.}$ одной секции радиатора Solaris (149Вт) определяем ориентировочное число секций:

$$N = \frac{Q_{н.т.}}{Q_{н.у.}} = \frac{1000,136}{180} = 5,56 \text{ секций}$$

Вычисляем коэффициент учета числа секций в приборе β_3 по формуле:

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot Q_{н.у.}} = 0,97 + \frac{34}{5,56 \cdot 180} = 1,004.$$

Находим минимальное число секций с учетом β_4 [1, табл. 9.12]:

$$N = \frac{Q_{н.т.} \cdot \beta_4}{Q_{н.у.} \cdot \beta_3} = \frac{1000,136 \cdot 1,07}{180 \cdot 1,004} = 7,24 \text{ секций.}$$

Так как, полученное число не целое, при несовпадении величин выбираем в сторону большего количества секций отопительного прибора и принимаем 8 секций для одного устанавливаемого алюминиевого радиатора Solaris 350/80 (149 Вт) в помещении №7.

Для остальных помещений производим аналогичный расчет, полученные результаты сводим в таблицу 4 «Определение типоразмеров отопительных приборов Solaris 350/80 (149 Вт).

В раздевалках для сушильных шкафов организован подвод регистров из четырех труб. Рассмотрим расчет регистров на примере помещения №15 (раздевалка) 1 этажа.

Температурный напор определяем по формуле (8):

$$\Delta t = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_{вн} = \frac{95 + 70}{2} - 23 = 59,5^{\circ}C.$$

Определяем плотность теплового потока при коэффициенте теплопередачи $k=6,05 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$:

$$q_{np} = k \cdot \Delta t = 6,05 \cdot 59,5 = 360 \text{ Вт} / \text{м}^2,$$

Расчетная площадь прибора определяется по формуле [Сканави]:

$$A_p = \frac{Q_{mn}}{q_{np}} = \frac{280}{360} = 0,77 \text{ м}^2,$$

где Q_{mn} – тепловые потери помещения, Вт.

Следовательно, к установке примем 1 четырехтрубный регистр общей длиной 4м и диаметром 57мм, поэтому:

$$A_p = 4\pi dl = 4 \cdot 3.14 \cdot 0.057 = 0.77 \text{ м}^2.$$

По одному 4х трубному регистру из гладких труб (d=57мм, L=4м) устанавливаем в следующих помещениях: на 1 этаже – в помещениях №15 (раздевалка), № 20 (раздевалка); на 2 этаже – помещение №27 (прачечная), помещение №33 (бытовое помещение).

Таблица 4. Определение типоразмеров отопительных приборов Solaris (149Вт)

№ помещения	Название помещения	Qпотерь Вт	G пр кг/ч	tcp, C'	t внут р. Расч . C'	$\Delta t_{cp}, C'$	фк	Qн.т., Вт	N	β_3	Nмин	N принимает	примечание
1 этаж													
8	Групповая	2920,72	110,76	82,5	23	62,5	0,77	3609,43	24,89	0,98	27,19	28	По 7 секций (4 радиатора)
9	Спальня	1829,22	69,37	82,5	20	59,5	0,68	2542,76	17,54	0,98	19,08	21	По 7 секций (3 радиатора)
4	Спальня	1490,89	56,54	82,5	20	59,5	0,67	2123,95	14,65	0,99	15,90	18	По 6 секций (3 радиатора)
2	Раздевалка	1273,91	48,31	82,5	23	59,5	0,65	1849,41	12,75	0,99	13,81	14	По 7 секций (2 радиатора)
3	Групповая	2255,03	85,52	82,5	23	62,5	0,75	2874,63	19,83	0,98	21,61	24	По 6 секций (4 радиатора)
31	Коридор	445,31	16,89	82,5	20	62,5	0,61	689,65	4,76	1,02	4,99	5	5 секций (1 радиатор)
44	Горячий цех	556,12	21,09	82,5	18	67,5	0,69	761,69	5,25	1,01	5,54	6	6 секций (1 радиатор)
45	Мясо-рыбный цех	613,3	23,26	82,5	18	64,5	0,66	878,74	6,06	1,01	6,43	7	7 секций (1 радиатор)
42	Загрузочная	300,12	11,38	82,5	20	62,5	0,59	487,33	3,36	1,04	5,46	6	6 секций (1 радиатор)
46	Цех обработки овощей	711,53	26,98	82,5	18	64,5	0,67	1001,47	6,91	1,00	7,36	8	8 секций (1 радиатор)
37	Стиральная	607,39	23,03	82,5	20	62,5	0,64	906,27	6,25	1,01	6,64	7	7 секций (1 радиатор)
30	Коридор	443,31	16,81	82,5	20	62,5	0,61	686,93	4,74	1,02	4,97	5	5 секций (1 радиатор)
16	Групповая	2694,52	102,18	82,5	23	59,5	0,72	3575,49	24,66	0,98	26,94	28	По 7 секций (4 радиатора)
15	Раздевалка	1600	60,68	82,5	23	59,5	0,67	2260,15	15,59	0,99	16,93	18	По 9 секций (2 радиатора)
17	Спальня	1506,44	57,13	82,5	20	62,5	0,71	2015,60	13,90	0,99	15,07	18	По 6 секций (3 радиатора)
22	Спальня	1719,01	65,19	82,5	20	59,5	0,68	2407,45	16,60	0,98	18,05	21	По 7 секций (3 радиатора)

21	Групповая	3094,77	117,36	82,5	20	62,5	0,77	3798,05	26,19	0,98	28,63	32	По 8 секций (4 радиатора)
20	Раздевалка	385,81	14,63	82,5	18	59,5	0,57	646,43	4,46	1,02	4,66	5	5 секций (1 радиатор)
14	Лестн. клетка № 2	1875,42	71,12	82,5	18	64,5	0,76	2349,82	16,21	0,98	17,61	18	18 секций (1 радиатор)
35	Процедурная	473,01	17,94	82,5	23	59,5	0,58	773,39	5,33	1,01	5,63	6	6 секций (1 радиатор)
34	Изолятор	307	11,64	82,5	23	59,5	0,55	528,68	3,65	1,03	4,77	5	5 секции (1 радиатор)
33	Медицинский кабинет	514,8	19,52	82,5	23	64,5	0,65	753,27	5,19	1,02	5,48	6	6 секций (1 радиатор)
29	Холл	483	18,32	82,5	20	62,5	0,62	740,77	5,11	1,02	5,38	6	6 секций (1 радиатор)
28	Холл	483	18,32	82,5	20	62,5	0,62	740,77	5,11	1,02	5,38	6	6 секций (1 радиатор)
14	Лестн. клетка № 1	1368,42	51,89	82,5	20	62,5	0,70	1852,17	12,77	0,99	13,83	14	14 секций (1 радиатор)
7	Раздевалка	700,8	26,58	82,5	18	62,5	0,65	1027,85	7,09	1,00	7,56	8	8 секций (1 радиатор)
Итого секций по 1 этажу												346	
2 этаж													
8	Групповая	2825,1	107,14	82,5	23	59,5	0,72	3727,53	25,71	0,98	28,09	32	По 8 секций (4 радиатора)
9	Спальня	2119,61	80,38	82,5	20	59,5	0,70	2894,79	19,96	0,98	21,76	24	По 8 секций (3 радиатора)
3	Спальня	1833,59	69,53	82,5	20	59,5	0,68	2548,11	17,57	0,98	19,12	21	По 7 секций (3 радиатора)
2	Групповая	2809,06	106,53	82,5	23	62,5	0,77	3487,72	24,05	0,98	26,27	28	По 7 секций (4 радиатора)
1	Раздевалка	908,54	34,45	82,5	18	64,5	0,70	1241,80	8,56	1,00	9,19	10	10 секций (1 радиатор)
19	Коридор	516,78	19,60	82,5	20	62,5	0,62	786,17	5,42	1,01	5,73	6	6 секций (1 радиатор)
22	Кабинет логопеда и психолога	646,97	24,53	82,5	23	59,5	0,60	1018,80	7,03	1,00	7,49	8	8 секций (1 радиатор)
23	Кабинет старшего воспитателя	590,97	22,41	82,5	23	59,5	0,60	940,78	6,49	1,01	6,90	7	7 секций (1 радиатор)
24	Кабинет заведующей по АХР	598,97	22,71	82,5	23	59,5	0,60	951,98	6,57	1,01	6,99	7	7 секций (1 радиатор)
25	Приемная	517,97	19,64	82,5	23	59,5	0,59	837,72	5,78	1,01	6,12	7	7 секций (1 радиатор)

26	Кабинет заведующей	635,97	24,12	82,5	23	59,5	0,60	1003,54	6,92	1,00	7,38	8	8 секций (1 радиатор)
20	Коридор	556,78	21,11	82,5	20	62,5	0,63	839,48	5,79	1,01	6,13	7	7 секций (1 радиатор)
27	Раздевалка	699,77	26,54	82,5	18	64,5	0,67	986,89	6,81	1,00	7,25	8	8 секций (1 радиатор)
28	Групповая	2422,59	91,87	82,5	23	62,5	0,75	3061,78	21,12	0,98	23,03	24	По 6 секций (4 радиатора)
29	Спальня	2039,03	77,33	82,5	20	59,5	0,69	2797,72	19,29	0,98	21,02	24	По 8 секций (3 радиатора)
35	Спальня	2040,1	77,37	82,5	20	59,5	0,69	2799,01	19,30	0,98	21,03	24	По 8 секций (3 радиатора)
34	Групповая	2999,1	113,73	82,5	23	59,5	0,73	3928,83	27,10	0,98	29,62	32	По 8 секций (4 радиатора)
33	Раздевалка	441,54	16,74	82,5	23	59,5	0,58	727,92	5,02	1,02	5,28	6	6 секций (1 радиатор)
14	Зал для музыкальных и гимнастических занятий	3118,62	118,27	82,5	23	62,5	0,77	3823,80	26,37	0,98	28,83	30	По 6 секций (5 радиаторов)
7	Раздевалка	698,24	26,48	82,5	18	59,5	0,61	1089,52	7,51	1,00	8,03	9	9 секций (1 радиатор)
Итого секций по 2 этажу													322
Итого секций по зданию													668

2.2 Расчет теплого пола

Техническим заданием на проектирование отопления а так же СНиП 2.08.02-89 "Проектирование детских дошкольных учреждений" предусматривается проектирование теплого пола в игровых комнатах детских дошкольных учреждений. Теплый пол обеспечивает равномерное нагревание воздуха, а так же создает комфортный микроклимат в помещении.

Практика показывает, что устройство теплых полов "на глазок" обходится заказчику в 1,5-2,3 раза дороже, чем грамотно спроектированная и налаженная система. Для возможности выполнения системы напольного отопления необходимо, чтобы помещение имело резерв по высоте для размещения "пирога" теплого пола. Минимально требуемая высота конструкции теплого пола составляет 85мм (без учета покрытия пола).

Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению (рис.2). Наиболее предпочтительным вариантом является укладка "улиткой". По сравнению с раскладкой "змейкой" первый вариант дает 10-15% экономии в количестве трубы и значительно выигрывает по гидравлическим характеристикам из-за малого количества "калачей". Разрез конструкции теплого пола представлен на рис.3.

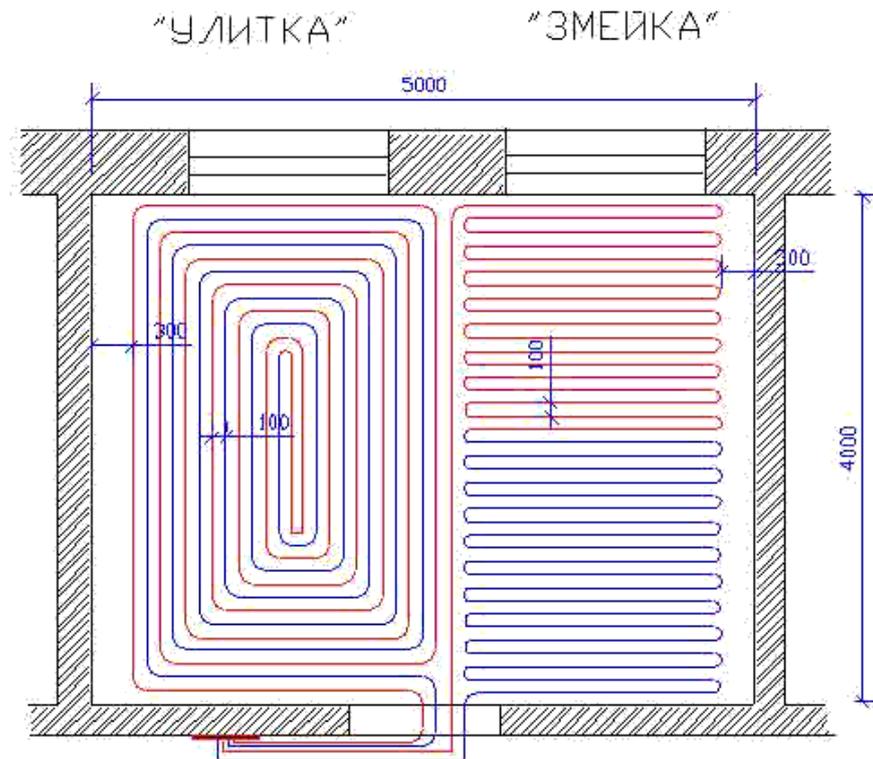


Рисунок 2 – Способы прокладки петель теплого пола.

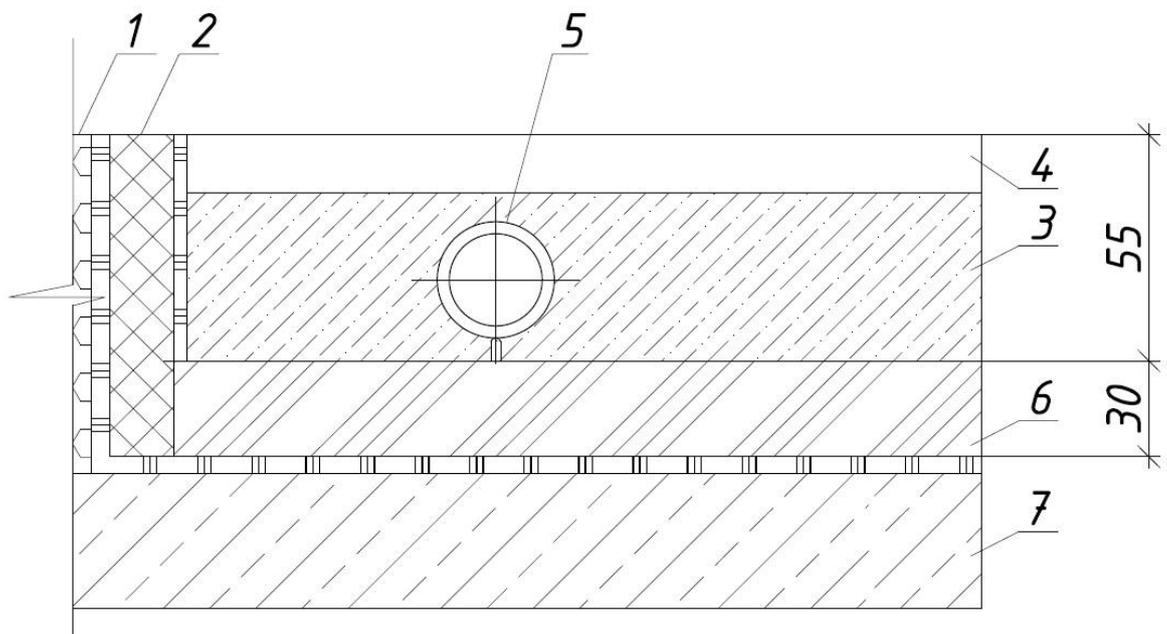


Рисунок 3 – Разрез проложенных труб теплого пола: 1 – стена, 2 – компенсационная лента, 3 – слой бетона, 4 – арматурная сетка, 5 – греющий контур, 6 – тепловая изоляция, 7 – основание пола.

На практике применяются следующие способы подключения систем теплых полов:

- непосредственно от теплогенератора (котла) через смесительно-регулирующий узел;
- от системы радиаторного отопления через теплообменник с созданием собственного контура;
- от контура горячего водоснабжения через термостатический узел;
- от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через термостатический узел (данный способ пока не утвержден российскими строительными нормами).

Конструирование систем водяных теплых полов не представляет особой трудности, если помнить некоторые основные правила:

1. для равномерной теплоотдачи трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу;
2. наращивать петли допускается только с применением пресс-фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет);
3. после укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах не повредить трубу. Для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке нужно устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;
4. деформационные швы следует устраивать в следующих местах:
 - вдоль стен и перегородок;
 - при размере пола свыше 40м^2 ;
 - при длине пола свыше 8м;
 - в местах входящих углов.
5. к одному коллектору надо стараться присоединять петли примерно равной длины.

В нашем случае запроектируем систему напольного отопления соединенное непосредственно от узла управления через смесительно-регулирующий узел.

Так как в игровых комнатах и спальнях первого этажа проектом предусматривается отопление радиаторами Solaris 350/80 (149 Вт), то нагрузку на теплые полы допускается принимать равной суммарным теплопотерям пола.

По СНиП 2.08.02-89 "Проектирование детских дошкольных учреждений" для дошкольных образовательных учреждений температура поверхности пола по оси нагревательного элемента не должна превышать +31 °С, по оси замоноличенного трубопровода – +35 °С. Предполагаем, что распределение температур равномерно по поверхности и равна +26 °С [5].

Трубопроводы напольного отопления выполнены из трубы сшитого полиэтилена «SANEXT PEX», проложены в конструкции пола.

Для расчетных условий падение температуры воды в петле напольного отопления равно 5 °С. Из данных условий, а так же с учетом термического сопротивления поверхности пола определяем максимальную среднюю температуру воды в петлях. Длина петли выбирается из условий гидравлического сопротивления. Гидравлические сопротивления одной петли не должны превышать 20 кПа.

Произведем расчет для групповой комнаты (помещение №3 на 1 этаже):

Тепловая нагрузка пола равна:

$$q = \frac{Q_{\text{пола}}}{F_{\text{пола}}} = \frac{1045,288}{54,96} = 19,02 \text{ Вт} / \text{м}^2;$$

где $Q_{\text{пола}}$ – теплопотери через утепленный пол, Вт;

$F_{\text{пола}}$ – площадь пола, м².

По диаграмме для данной тепловой нагрузки квадратного метра пола соответствует необходимо применить трубы внешним диаметром 20 мм, шаг прокладки 300 мм.

Падение температуры в напольной плитке при толщине плитке $\delta=0,01$ м и теплопроводности плитке $\lambda=1,5$ Вт/м·К равно $0,5$ °С. Падение температуры в стяжке из цементно - песчаного раствора при толщине $\delta=0,03$ м и теплопроводности стяжки $\lambda=0,76$ Вт/м·К равно 2 °С.

Средняя температура воды равна:

$$t_{cp}=26+0,5+2=28,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Так как покрытие пола в каждом помещении одинаково, то данная средняя температура будет справедлива для всех помещений где предусмотрен теплый пол.

Так как падение температуры воды в теплом полу составляет 5 °С, то расчетная температура на входе в петлю теплого пола равна:

$$t_{вх}=28,5+2,5=31 \text{ } ^\circ\text{C},$$

на выходе из петли:

$$t_{вых}=28,5-2,5=26 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Полученные значения так же справедливы для всех помещений.

Суммарный расход воды для помещения равен:

$$G = \frac{Q_{пола} \cdot 0,86}{\Delta t \cdot 3600} = \frac{1110}{5 \cdot 4187} = 0,05 \text{ кг / сек.}$$

В помещении №3 групповой комнаты проектируется 2 контура отопления пола, каждый из которых состоит из трех петель (6 петель по $0,01$ л/сек).

Расчет расходов воды теплого пола остальных помещений сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – К расчету расхода воды теплых полов

№ помещения	Название помещения	Теплопотери через пол $Q_{\text{пола}}$, Вт	Площадь пола F , м ²	Удельная тепловая нагрузка q , Вт/ м ²	Диаметр труб, мм	Шаг прокладки, мм	Длина труб в каждом контуре, м	Общий расход воды $G_{\text{общ}}$, кг/с	Расход воды в 1 контуре $G_{\text{конт}}$, кг/с	Примечание
3	Групповая	1110	50,51	22,0	20x2	300	90,2	0,053	0,027	2 контура
4	Спальни	589	36,48	16,1	20x2	300	72,8 64,8	0,028	0,014	2 контура
8	Групповая	1238	54,61	22,7	20x2	300	95 97	0,06	0,03	2 контура
9	Спальни	638	46,32	13,8	20x2	300	83,2	0,031	0,0155	2 контура
16	Групповая	1232	50,51	24,4	20x2	300	94,3	0,06	0,03	2 контура
17	Спальни	563	36,48	15,4	16x2	300	67,8	0,03	0,015	2 контура
21	Групповая	1244	54,61	22,8	20x2	300	93 95	0,06	0,03	2 контура
22	Спальни	638	46,32	13,8	20x2	300	85,2	0,03	0,015	2 контура

Длины петель приведены в сводной таблице гидравлического расчета системы обогрева пола. Соединение петель при подающем и обратном потоке предусмотрено через коллектора. Два коллектора располагаются в западном крыле здания, еще два – в восточном.

2.3 Размещение теплопроводов в здании

Для пропуска теплоносителя используют металлические и неметаллические трубы. Из металлических труб широко применяют стальные шовные (сварные) и редко бесшовные трубы. Стоимость бесшовных труб выше, чем сварных, но они надежнее в эксплуатации, и их рекомендуют прокладывать в местах, не доступных для ремонта. Начинают внедряться гибкие трубы из мягкой стали с защитной пластмассовой оболочкой. Кроме стальных иногда применяют медные трубы, отличающиеся долговечностью, но они менее прочны и дороже стальных.

В системах водяного отопления используют неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы $D_y = 10 - 50$ мм трех типов: легкие, обыкновенные и усиленные (в зависимости от толщины стенок). Усиленные толстостенные трубы применяют редко — в уникальных долговременных сооружениях при скрытой прокладке. Легкие тонкостенные трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения при открытой прокладке. Обыкновенные трубы используют при скрытой прокладке.

Легкие, обыкновенные и усиленные трубы одного и того же условного диаметра (например, $D_y 20$) имеют различную площадь поперечного сечения отверстия — «канала» для протекания теплоносителя, при равном расходе теплоноситель будет двигаться в них с разной скоростью. Таблицы для гидравлического расчета труб составлены для обыкновенных труб; при использовании их для легких труб действительное сопротивление движению воды окажется уменьшенным приблизительно на 10%, что следует учитывать при гидравлическом расчете систем отопления.

Стальные трубы, применяемые в системах водяного отопления, выдерживают, как правило, большее гидравлическое давление (не менее 1 МПа, или 10 кгс/см²), чем оборудование, приборы и арматура. Поэтому предельно допустимое гидростатическое давление в системе устанавливают по рабочему давлению не для труб, а для другого менее прочного элемента (например, для приборов).

Рассчитываемая система отопления горизонтальная двухтрубная с нижней разводкой подводящих магистралей. Воздухоудаление из системы отопления производится через ручные воздухоотводчики, установленные на каждом отопительном приборе. Трубопроводы системы отопления применяются из углеродистой стали с наружной гальванической оцинковкой, выполняются по ГОСТ 3262-75.

2.4 Прокладка труб

Прокладка труб в помещениях может быть открытой и скрытой. В основном применяют открытую прокладку как более простую и дешевую. В этом случае поверхность труб используют как нагревательную и принимают в расчет при определении площади отопительных приборов. При расчете отопительных приборов допускается не учитывать теплоту от открыто проложенных труб при их диаметре менее 25 мм включительно.

По технологическим, гигиеническим или архитектурно-планировочным требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносят в технические помещения, стояки и подводки к отопительным приборам размещают в специально предусмотренных шахтах - бороздах (штробах) в строительных конструкциях или встраивают в них (в местах расположения разборных соединений и арматуры устраивают лючки). Встроенная (как правило, в заводских условиях) подводка или стояк играет роль бетонного отопительного прибора с одиночным греющим элементом и

односторонней (в наружной стене) или двусторонней (во внутренней стене, в полу или перекрытии) теплоотдачей.

Монтаж труб осуществляют в «коробке» строящегося здания при температуре наружного воздуха, близкой к 5°С в весенне-осенний период. В зимний период при временном обогревании помещений для удобства отделочных и монтажных работ в строящемся здании поддерживают временными средствами температуру также около 5° С.

В рассчитанной системе отопления транзитные стояки и подводки к отопительным приборам спрятаны в конструкции стены. Магистральные подающие трубопроводы, прокладываемые в подвале и неотапливаемых тамбурах, теплоизолируются трубками «Энергофлекс».

2.5 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов

В системах водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование: качественное центральное (на тепловой станции), групповое (в центральном тепловом пункте) и местное (в тепловом пункте здания); количественное (кроме указанных мест) индивидуальное у каждого отопительного прибора.

При местном регулировании повышению тепловой устойчивости системы способствует сокращение количества циркулирующей воды по мере понижения температуры воды, подаваемой в систему. Тепловая устойчивость системы водяного отопления здания обеспечивается при проведении автоматического пофасадного качественно-количественного регулирования: качественного - по изменению температуры наружного воздуха и скорости ветра, качественного и количественного по отклонению температуры в воздухе в характерных помещениях.

Регулирующих кранов не устанавливают у приборов при входе в лестничные клетки, близ ворот, загрузочных проемов, люков и других мест, опасных в отношении замерзания воды в трубах и приборах. Возможна

установка общего регулирующего крана на трубе, подающей воду к группе отопительных приборов, расположенных в одном помещении.

В рассматриваемом проекте на подводках к отопительным приборам установлена запорно-регулирующая арматура фирмы «Danfoss».

2.6 Компенсация удлинения труб

Компенсацию удлинения труб предусматривают в горизонтальных ветвях однострубных и двухтрубных систем путем изгиба подводок (добавления уток) с тем, чтобы напряжение на изгиб в отводах труб не превышало 80 МПа (800 кгс/см^2); в ветвях между каждыми пятью-шестью приборами вставляют П-образные компенсаторы.

В зданиях, имеющих более семи этажей, таких изгибов труб недостаточно, и для компенсации удлинения средней части стояков применяют либо специальные П-образные компенсаторы, либо дополнительные изгибы труб со смещением отопительных приборов от оси стояка. В этих случаях трубы между компенсаторами в отдельных точках закрепляют, устанавливают неподвижные опоры.

В местах пересечения междуэтажных перекрытий трубы заключают в гильзы для обеспечения свободного их перемещения.

В рассматриваемом проекте компенсация температурных удлинений труб осуществляется за счет углов поворотов.

2.7 Арматура

Арматура предназначена для количественного регулирования и полного отключения отдельных стояков, если возникает необходимость в проведении ремонтных и других работ во время отопительного сезона.

В зданиях на стояках систем отопления устанавливают проходные (пробочные) краны и вентили. Проходные краны используют при низкотемпературной воде и ограниченном гидростатическом давлении. При давлении, превышающем 0,6 МПа (6 кгс/см^2) в нижней части стояков,

проходные краны заменяют более дорогими, но более прочными и надежными в работе вентилями. Вентили ставят на стояках, так же как и на подводках к приборам, при высокотемпературной воде. Следует отдавать предпочтение вентилям с наклонным шпинделем (косым вентилям), как менее шумным и имеющим меньшее гидравлическое сопротивление по сравнению с прямыми вентилями.

В здании на подводках к отопительным приборам установлена запорно-регулирующая арматура фирмы «ISMA». В системах отопления предусмотрена установка запорной и сливной арматуры со штуцером.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

3.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления

Задачей гидравлического расчета теплопроводов систем отопления является определение сечений теплопроводов, расчет гидравлических и местных сопротивлений системы для выбора дополнительного оборудования, в нашем случае подбор насоса для данной системы. Гидравлический расчет теплопроводов будем производить способом удельных потерь давления. Способ расчета теплопроводов по удельным потерям заключается в раздельном определении потерь давления на трение и в местных сопротивления для каждого участка теплопровода.

1) Вычерчиваем в аксонометрической проекции пространственную схему отопительных приборов.

2) На аксонометрической схеме выбираются максимально различные кольца по нагрузке отопительных приборов.

3) Циркуляционные кольца разбиваются на расчетные участки. Расчетным участком системы является часть трубопровода, в пределах которой расход, температура теплоносителя и диаметр трубопровода остаются неизменными. Нумеруем участки и обозначаем на них тепловые нагрузки, т.е., то количество тепла которое теплоноситель, идущий по участку, должен отдать или уже отдал в нагревательные приборы системы, длину участка и диаметр труб.

4) Рассматриваем и рассчитываем отопительные участки, ранее нанесенные на схему. По пространственному расположению и последовательности участков, рассматриваем расходы и скорости теплоносителя на заранее заданных диаметрах. Выбираем основное циркуляционное кольцо по наибольшей длине участков, входящих в него.

5) Рассчитывается расчетное циркуляционное давление основного циркуляционного кольца по формуле для двухтрубной системы отопления [1, с. 224]:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \cdot \Delta p_e, \quad (11)$$

где:

Δp_n – циркуляционное давление, создаваемое насосом, принимается равным 80-100Па/м;

Δp_e – естественное циркуляционное давление, рассчитывается только для вертикальных систем отопления или вертикальных стояков горизонтальных систем.

Для труб естественное циркуляционное давление равно [2, с.89]:

$$\Delta p_{emp} = \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_1 - t_2), \text{Па}, \quad (12)$$

где:

β – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры на 1 °С;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

h – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения и нагревания, м;

t_1, t_2 – температуры в начале и в конце участка охлаждения, °С.

Поскольку система отопления горизонтальное, то естественное циркуляционное давление в отопительных приборах не учитывается.

б) Рассчитываем среднее значение удельной линейной потери давления:

$$R_{cp} = 0,65 \frac{\Delta p_p}{\sum l}, \text{Па}, \quad (13)$$

где:

$\sum l$ – суммарная длина всех участков основного циркуляционного кольца, м.

б) По приложению II [2, с.212] через ориентировочное значение удельной линейной потери и расход воды на участке определяем значение диаметра трубопровода, скорости воды и точного значения удельного линейного сопротивления.

7) Определяем потери давления на трение на участке теплопровода по формуле:

$$R_l = l \cdot R, \text{ Па}, \quad (14)$$

8) Определяем значения коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке, и потери давления на участке определяем по формуле:

$$\Delta p = \left(\frac{\lambda}{d_g} l + \sum \zeta \right) \frac{w^2}{2} \rho = Rl + Z, \text{ Па}, \quad (15)$$

где:

λ – коэффициент гидравлического трения, определяющий в долях динамического давления линейную потерю давления на длине трубопровода, равной его внутреннему диаметру;

d_g – внутренний диаметр трубопровода, м;

l – длина участка сети, м;

$\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке;

w – скорость жидкости в трубопроводе, м/с;

ρ – плотность жидкости, кг/м³

R – потеря давления в следствие трения о стенки трубы, Па/м;

Z – падение давления при преодолении местных сопротивлений, Па;

$$Z = \sum \zeta \frac{w^2}{2} \rho, \quad (16)$$

На основании двух последних пунктов составлены таблицы для гидравлического расчета теплопроводов.

Результаты заносим в таблица 6 «Гидравлический расчет системы водяного отопления».

Второстепенные циркуляционные кольца состоят из общих участков основного кольца (уже рассчитанных) и дополнительных (не общих) еще не рассчитанных участков. Их гидравлический расчет проводится с «увязкой» потерь давления. На параллельно соединенных участках второстепенного и основного циркуляционного кольца будет выполняться равенство:

$$\Delta p_i = \Delta p_j, \quad (17)$$

где:

Δp_i – расчетное циркуляционное давление основного циркуляционного кольца, Па;

Δp_j – расчетное циркуляционное давление второстепенного циркуляционного кольца, Па.

3.2 Определение потерь местных сопротивлений

Устанавливаем перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по [1, П II, табл. П.11]. Суммарные значения коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке заносим в таблицу 6.

Рассмотрим расчет гидравлических сопротивлений на примере основного циркуляционного кольца 1 этажа.

Естественное циркуляционное давление по формуле (12):

$$\Delta p_{emp} = 0,64 \cdot 9,8 \cdot 7,5 \cdot (95 - 90) = 235,2, Па.$$

Расчетное циркуляционное давление по формуле (11):

$$\Delta p_p = 100 \cdot 78,5 + 0,4 \cdot 235,2 = 7944,08, Па.$$

Среднее значение удельной линейной потери давления по формуле (13):

$$R_{cp} = 0,65 \frac{7944,08}{78,5} = 66, Па.$$

Далее для участка №1 по расходу на участке $G=1085,3$ кг/час и по $R_{cp} = 66$ Па по приложению II [2, с.212] определяем удельную потерю давления $R=20$ Па/м и скорость воды $w=0,291$ при $d=0,4$ м. Определяем линейную потерю давления по формуле (14):

$$R \cdot l = 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ Па.}$$

Рассмотрим местные потери. На участок влияет 1 проходной тройник, 1 гнутый отвод под 90° , 1 вентиль по [1, П II, табл. П.12] находим сумму местных сопротивлений, равную 5.

По $\sum \zeta$ и известным скоростям движения теплоносителя W , определяем потери давления на местных сопротивлениях участков – Z , Па по формуле (16):

$$Z = 5 \frac{0,291^2}{2} 975 = 121,2, \text{Па.}$$

Тогда суммарные потери давления на участке равны:

$$Rl + Z = 30 + 121,2 = 151,2, \text{Па.}$$

Все остальные участки систем рассчитываются аналогично. результаты расчетов приведены в таблице 6 «Гидравлический расчет системы водяного отопления».

Таблица 6. Гидравлический расчет системы водяного отопления

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
Основное циркуляционное кольцо (через стояк 26,26а)											
$\Delta p_p = 7944,08, \text{Па}, R_{cp} = 66, \text{Па}$											
0	62135		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
13	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
14	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
15	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
16	2510		95,2	4,5	15	0,131	26	117	7	58,6	175,6
17	1404		53,23	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
18	473	17,94	17,94	0,5	10	0,039	4	2	5,5	4,1	6,1
19	307	11,64	11,64	0,5	10	0,026	2,6	1,3	5,5	1,8	3,1
20	624	23,65	23,65	3,3	10	0,049	5	16,5	5,5	6,4	22,9
20'	624	23,65	23,65	3,3	10	0,049	5	16,5	5,5	6,4	22,9
19'	307	11,64	11,64	0,5	10	0,026	2,6	1,3	5,5	1,8	3,1
18'	473	17,94	17,94	0,5	10	0,039	4	2	5,5	4,1	6,1
17'	1404		53,23	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
16'	2510		95,2	4,5	15	0,131	26	117	7	58,6	175,6

15'	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
14'	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
13'	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

7121,2

Второстепенное кольцо (через стояк 25, 25а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0

12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
13	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
14	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
15	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
16	2510		95,2	4,5	15	0,131	26	117	7	58,6	175,6
21	1107		41,97	3,3	10	0,09	15	49,5	3	11,8	61,3
22	483	18,32	18,32	3,5	10	0,039	4,5	15,75	8,5	6,3	22,1
23	624	23,65	23,65	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
23'	624	23,65	23,65	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
22'	483	18,32	18,32	3,5	10	0,039	4,5	15,75	8,5	6,3	22,1
21'	1107		41,97	3,3	10	0,09	15	49,5	3	11,8	61,3
16'	2510		95,2	4,5	15	0,131	26	117	7	58,6	175,6
15'	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
14'	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
13'	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										7022,1	
Второстепенное кольцо (через стояк 24, 24а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0

3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
13	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
14	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
15	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
24	1875	71,12	71,12	3,8	15	0,097	15	57	5,5	25,2	82,2
24'	1875	71,12	71,12	3,8	15	0,097	15	57	5,5	25,2	82,2
15'	4386		166,32	8,4	20	0,129	17	142,8	3	24,3	167,1
14'	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
13'	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										6646,8	
Второстепенное кольцо (через стояк 23, 23а)											

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
13	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
14	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
25	827	31,37	31,37	3,3	10	0,068	7	23,1	3	6,8	29,9
26	386	14,63	14,63	0,9	10	0,031	3,2	2,88	5,5	2,6	5,5
27	441	16,74	16,74	3,7	10	0,035	3,6	13,32	7	4,2	17,5
27'	441	16,74	16,74	3,7	10	0,035	3,6	13,32	7	4,2	17,5
26'	386	14,63	14,63	0,9	10	0,031	3,2	2,88	5,5	2,6	5,5
25'	827	31,37	31,37	3,3	10	0,068	7	23,1	3	6,8	29,9
14'	5213		197,69	3,2	20	0,148	22	70,4	5,5	58,7	129,1
13'	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4

4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										6253,7	
Второстепенное кольцо (к сушильным шкафам)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
13	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
28	791	30	30	5,8	10	0,064	6,5	37,7	9	18,0	55,7
28'	791	30	30	5,8	10	0,064	6,5	37,7	9	18,0	55,7
13'	6004		227,69	5,2	20	0,175	30	156	3	44,8	200,8
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3

6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										6001,1	
Второстепенное кольцо (через чтойк 22,22а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
12	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
29	3047		115,545	3,3	15	0,156	36	118,8	3	35,6	154,4
30	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
31	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
32	1500		56,865	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1
33	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
34	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
34'	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
33'	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8

32'	1500		56,865	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1
31'	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
30'	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
29'	3047		115,545	3,3	15	0,156	36	118,8	3	35,6	154,4
12'	9051		343,235	7	25	0,158	18	126	5,5	66,9	192,9
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

6171,8

Второстепенное кольцо (через чтойк 21,21а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9

11	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
35	3047		115,545	3,3	15	0,156	36	118,8	3	35,6	154,4
36	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
37	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
38	1500		56,865	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1
39	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
40	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
40'	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
39'	750	28,43	28,43	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
38'	1500		56,865	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1
37'	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
36'	774	29,34	29,34	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
35'	3047		115,545	3,3	15	0,156	36	118,8	3	35,6	154,4
11'	12098		458,78	3,7	25	0,215	32	118,4	3	67,6	186,0
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										5785,9	
Второстепенное кольцо (через стояк 20,20а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0

3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
10	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
41	573	21,73	21,73	3,7	10	0,049	5	18,5	5,5	6,4	24,9
41'	573	21,73	21,73	3,7	10	0,049	5	18,5	5,5	6,4	24,9
10'	12671		480,51	1,7	25	0,222	34	57,8	3	72,1	129,9
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										4780,2	
Второстепенное кольцо (через стояк 19,19а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
9	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1

42	1933		73,31	3,3	15	0,157	50	165	3	36,0	201,0
43	860	32,6	32,6	0,9	10	0,072	8	7,2	5,5	13,9	21,1
44	1074		40,71	3,3	10	0,086	13	42,9	3	10,8	53,7
45	537	20,36	20,36	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
46	537	20,36	20,36	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
46'	537	20,36	20,36	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
45'	537	20,36	20,36	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
44'	1074		40,71	3,3	10	0,086	13	42,9	3	10,8	53,7
43'	860	32,6	32,6	0,9	10	0,072	8	7,2	5,5	13,9	21,1
42'	1933		73,31	3,3	15	0,157	50	165	3	36,0	201,0
9'	14604		553,82	4,3	25	0,257	45	193,5	3	96,6	290,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										5059,3	
Второстепенное кольцо (через стояк 18,18а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3

8	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
47	2435		92,34	3,3	15	0,125	24	79,2	3	22,9	102,1
48	502	19,04	19,04	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
49	573	21,73	21,73	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
50	1360		51,57	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
51	680	25,785	25,785	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
52	680	25,785	25,785	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
52'	680	25,785	25,785	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
51'	680	25,785	25,785	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
50'	1360		51,57	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
49'	573	21,73	21,73	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
48'	502	19,04	19,04	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
47'	2435		92,34	3,3	15	0,125	24	79,2	3	22,9	102,1
8'	17039		646,16	3,4	25	0,3	60	204	3	131,6	335,6
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

4400,8

Второстепенное кольцо (через стояк 17,17а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4

6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
7	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
53	2363		89,62	3,3	15	0,119	22	72,6	3	20,7	93,3
54	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
55	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
56	1182		44,81	3,3	10	0,094	17	56,1	3	12,9	69,0
57	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
58	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
58'	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
57'	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
56'	1182		44,81	3,3	10	0,094	17	56,1	3	12,9	69,0
55'	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
54'	591	22,405	22,405	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
53'	2363		89,62	3,3	15	0,119	22	72,6	3	20,7	93,3
7'	19402		735,78	4	32	0,198	19	76	3	57,3	133,3
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

3631,3

Второстепенное кольцо (через стояк 16,16а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4

6	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
59	1405		53,3	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
60	703	26,65	26,65	1,1	10	0,059	6	6,6	8	13,6	20,2
61	703	26,65	26,65	4,5	10	0,059	6	27	7	11,9	38,9
61'	703	26,65	26,65	4,5	10	0,059	6	27	7	11,9	38,9
60'	703	26,65	26,65	1,1	10	0,059	6	6,6	8	13,6	20,2
59'	1405		53,3	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
6'	20808		789,08	4,1	32	0,214	22	90,2	3	67,0	157,2
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

3294,1

Второстепенное кольцо (через стояк 15,15а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
5	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
62	2011		76,27	3,3	15	0,104	17	56,1	3	15,8	71,9
63	533	20,23	20,23	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
64	1478		56,04	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1
65	739	28,02	28,02	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
66	739	28,02	28,02	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
66'	739	28,02	28,02	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
65'	739	28,02	28,02	0,9	10	0,064	6,5	5,85	5,5	11,0	16,8
64'	1478		56,04	3,3	10	0,12	30	99	3	21,1	120,1

63'	533	20,23	20,23	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
62'	2011		76,27	3,3	15	0,104	17	56,1	3	15,8	71,9
5'	22819		865,35	3,3	32	0,233	26	85,8	5,5	145,6	231,4
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										3107,9	
Второстепенное кольцо (через стояк 14,14а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
4	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
67	800	30,34	30,34	4,5	10	0,064	6,5	29,25	7	14,0	43,2
67'	800	30,34	30,34	4,5	10	0,064	6,5	29,25	7	14,0	43,2
4'	23619		895,69	4,3	32	0,243	28	120,4	3	86,4	206,8
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										2261,9	
Второстепенное кольцо (через стояк 13,13а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
3	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
68	1953		74,06	3,3	15	0,1	16	52,8	3	14,6	67,4
69	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7

70	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
71	606	22,97	22,97	3,7	10	0,049	5	18,5	7	8,2	26,7
71'	606	22,97	22,97	3,7	10	0,049	5	18,5	7	8,2	26,7
70'	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
69'	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
68'	1953		74,06	3,3	15	0,1	16	52,8	3	14,6	67,4
3'	25572		969,75	4,5	32	0,26	32	144	3	98,9	242,9
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											2009,1
Второстепенное кольцо (через стояк 12,12а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
2	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
72	2047		77,63	3,3	15	0,107	18	59,4	3	16,7	76,1
73	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
74	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
75	700	26,54	26,54	3,7	10	0,059	6	22,2	7	11,9	34,1
75'	700	26,54	26,54	3,7	10	0,059	6	22,2	7	11,9	34,1
74'	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
73'	674	25,545	25,545	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
72'	2047		77,63	3,3	15	0,107	18	59,4	3	16,7	76,1
2'	27619		1047,38	5,3	32	0,277	36	190,8	3	112,2	303,0
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											1555,5
Второстепенное кольцо (через стояк 11,11а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
1	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2

76	1000		37,92	3,3	10	0,081	11	36,3	3	9,6	45,9
77	500	18,96	18,96	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
78	500	18,96	18,96	3,7	10	0,044	4,5	16,65	7	6,6	23,3
78'	500	18,96	18,96	3,7	10	0,044	4,5	16,65	7	6,6	23,3
77'	500	18,96	18,96	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
76'	1000		37,92	3,3	10	0,081	11	36,3	3	9,6	45,9
1'	28619		1085,3	1,5	40	0,223	20	30	5	121,2	151,2
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

826,9

Второстепенное кольцо (через стояк 27,27а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
r	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
s	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8

t	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
u	2869		108,802	8,3	15	0,146	32	265,6	5,5	57,2	322,8
79	1762		66,828	7,6	10	0,14	40	304	3	28,7	332,7
80	515		19,52	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
81	1247		47,308	3,3	10	0,101	22	72,6	3	14,9	87,5
82	624	23,654	23,654	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
83	624	23,654	23,654	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
83'	624	23,654	23,654	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
82'	624	23,654	23,654	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
81'	1247		47,308	3,3	10	0,101	22	72,6	3	14,9	87,5
80'	515		19,52	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
79'	1762		66,828	7,6	10	0,14	40	304	3	28,7	332,7
u'	2869		108,802	8,3	15	0,146	32	265,6	5,5	57,2	322,8
t'	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
s'	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
r'	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
o'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$\sum (Rl + Z)$											8832,2
Второстепенное кольцо (через стояк 28,28а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
r	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
s	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
t	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
u	2869		108,802	8,3	15	0,146	32	265,6	5,5	57,2	322,8
84	1107		41,974	6,6	10	0,09	15	99	3	11,8	110,8
85	483	18,32	18,32	4,5	10	0,039	4	18	9,5	7,0	25,0
86	624	23,654	23,654	2,5	10	0,049	5	12,5	5,5	6,4	18,9
86'	624	23,654	23,654	2,5	10	0,049	5	12,5	5,5	6,4	18,9
85'	483	18,32	18,32	4,5	10	0,039	4	18	9,5	7,0	25,0
84'	1107		41,974	6,6	10	0,09	15	99	3	11,8	110,8

u'	2869		108,802	8,3	15	0,146	32	265,6	5,5	57,2	322,8
t'	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
s'	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
r'	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
o'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

8233

Второстепенное кольцо (через стояк 29,29а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0

f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
r	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
s	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
t	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
87	1368	51,89	51,89	3,7	10	0,11	26	96,2	5,5	32,4	128,6
87'	1368	51,89	51,89	3,7	10	0,11	26	96,2	5,5	32,4	128,6
t'	4237		160,692	2,5	20	0,124	16	40	3	22,5	62,5
s'	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
r'	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1

c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										7535,1	
Второстепенное кольцо (к сушильным шкафам)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
r	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
s	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
88	791	30	30	5,9	10	0,064	6,5	38,35	9	18,0	56,3
88'	791	30	30	5,9	10	0,064	6,5	38,35	9	18,0	56,3
s'	5028		190,692	2,9	20	0,148	22	63,8	3	32,0	95,8
r'	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3

q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
I'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										7265,5	

Второстепенное кольцо (через стояк 30,30а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2

j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
r	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
89	1399		53,06	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
90	700	26,53	26,53	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
91	700	26,53	26,53	4,1	10	0,059	6	24,6	7	11,9	36,5
91'	700	26,53	26,53	4,1	10	0,059	6	24,6	7	11,9	36,5
90'	700	26,53	26,53	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
89'	1399		53,06	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
r'	6428		243,752	5,2	20	0,181	32	166,4	3	47,9	214,3
q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
o'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$\sum (Rl + Z)$											7270,6
Второстепенное кольцо (через стояк 31,31а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
q	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
92	2871		108,89	3,3	15	0,146	32	105,6	3	31,2	136,8
93	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
94	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
95	1436		54,445	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
96	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
97	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
97'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
96'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
95'	1436		54,445	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
94'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7

93'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
92'	2871		108,89	3,3	15	0,146	32	105,6	3	31,2	136,8
q'	9299		352,642	6,6	25	0,163	19	125,4	5,5	71,2	196,6
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										7147,4	
Второстепенное кольцо (через стояк 32,32а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9

h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
p	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
98	2871		108,89	3,3	15	0,146	32	105,6	3	31,2	136,8
99	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
100	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
101	1436		54,445	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
102	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
103	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
103'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
102'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
101'	1436		54,445	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
100'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
99'	718	27,22	27,22	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
98'	2871		108,89	3,3	15	0,146	32	105,6	3	31,2	136,8
p'	12170		461,532	5,6	25	0,215	32	179,2	3	67,6	246,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1

c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										6754,2	
Второстепенное кольцо (через стояк 33,33а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
o	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
104	2023		76,71	3,3	10	0,166	55	181,5	3	40,3	221,8
105	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
106	1349		51,14	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
107	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
108	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
108'	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
107'	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
106'	1349		51,14	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5

105'	674	25,57	25,57	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
104'	2023		76,71	3,3	10	0,166	55	181,5	3	40,3	221,8
o'	14193		538,242	3,6	25	0,242	40	144	3	85,6	229,6
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
o'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

6372,9

Второстепенное кольцо (через стояк 34,34а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
o	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2

j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
n	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
109	1926		73,04	3,3	15	0,1	16	52,8	3	14,6	67,4
110	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
111	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
112	963		36,52	3,3	10	0,077	9,5	31,35	3	8,7	40,0
113	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
114	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
114'	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
113'	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
112'	963		36,52	3,3	10	0,077	9,5	31,35	3	8,7	40,0
111'	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
110'	482	18,26	18,26	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
109'	1926		73,04	3,3	15	0,1	16	52,8	3	14,6	67,4
n'	16119		611,282	2	25	0,286	55	110	3	119,6	229,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											5462,7

Второстепенное кольцо (через стояк 35,35а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
m	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
115	1605		60,87	3,3	15	0,081	10	33	3	9,6	42,6
116	535	20,29	20,29	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
117	535	20,29	20,29	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
118	535	20,29	20,29	4,1	10	0,044	4,5	18,45	5,5	5,2	23,6
118'	535	20,29	20,29	4,1	10	0,044	4,5	18,45	5,5	5,2	23,6
117'	535	20,29	20,29	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
116'	535	20,29	20,29	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
115'	1605		60,87	3,3	15	0,081	10	33	3	9,6	42,6
m'	17724		672,152	3,8	25	0,312	65	247	3	142,4	389,4
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4

e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										4896,5	
Второстепенное кольцо (через стояк 36,36а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
l	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
119	1108		42,02	3,3	10	0,09	15	49,5	3	11,8	61,3
120	554	21,01	21,01	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
121	554	21,01	21,01	4,1	10	0,044	4,5	18,45	7	6,6	25,1
121'	554	21,01	21,01	4,1	10	0,044	4,5	18,45	7	6,6	25,1
120'	554	21,01	21,01	0,9	10	0,044	4,5	4,05	5,5	5,2	9,2
119'	1108		42,02	3,3	10	0,09	15	49,5	3	11,8	61,3
l'	18832		714,172	0,8	32	0,192	18	14,4	3	53,9	68,3
k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2

Г'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

4931,7

Второстепенное кольцо (через стояк 37,37а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
k	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
122	1339		50,79	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5
123	670	25,395	25,395	1,1	10	0,054	5,5	6,05	9,5	13,5	19,6
124	670	25,395	25,395	4,1	10	0,054	5,5	22,55	5,5	7,8	30,4
124'	670	25,395	25,395	4,1	10	0,054	5,5	22,55	5,5	7,8	30,4
123'	670	25,395	25,395	1,1	10	0,054	5,5	6,05	9,5	13,5	19,6
122'	1339		50,79	3,3	10	0,11	26	85,8	3	17,7	103,5

k'	20172		764,962	5,3	32	0,203	20	106	3	60,3	166,3
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
l'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

4118,6

Второстепенное кольцо (через стояк 1, 1а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
j	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
125	1399		53,06	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
126	700	26,53	26,53	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7
127	700	26,53	26,53	4,1	10	0,059	6	24,6	5,5	9,3	33,9
127'	700	26,53	26,53	4,1	10	0,059	6	24,6	5,5	9,3	33,9
126'	700	26,53	26,53	0,9	10	0,059	6	5,4	5,5	9,3	14,7

125'	1399		53,06	3,3	10	0,115	28	92,4	3	19,3	111,7
j'	21571		818,022	2,1	32	0,214	22	46,2	3	67,0	113,2
Г'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

3800

Второстепенное кольцо (через стояк 2, 2а)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
i	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
128	637	24,155	24,155	4,5	10	0,054	5,5	24,75	5,5	7,8	32,6
128'	637	24,155	24,155	4,5	10	0,054	5,5	24,75	5,5	7,8	32,6
Г'	22208		842,177	2,2	32	0,224	24	52,8	3	73,4	126,2
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4

e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											3318
Второстепенное кольцо (через стоек 3, 3а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
h	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
129	702	26,63	26,63	7,1	10	0,059	6	42,6	5,5	9,3	51,9
129'	702	26,63	26,63	7,1	10	0,059	6	42,6	5,5	9,3	51,9
h'	22910		868,807	3,1	32	0,233	26	80,6	3	79,4	160,0
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											3104,4
Второстепенное кольцо (через стоек 4, 4а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7

b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
g	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
130	1830		69,39	3,3	15	0,097	15	49,5	3	13,8	63,3
131	610	23,13	23,13	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
132	610	23,13	23,13	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
133	610	23,13	23,13	5,5	10	0,049	5	27,5	5,5	6,4	33,9
133'	610	23,13	23,13	5,5	10	0,049	5	27,5	5,5	6,4	33,9
132'	610	23,13	23,13	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
131'	610	23,13	23,13	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
130'	1830		69,39	3,3	15	0,097	15	49,5	3	13,8	63,3
g'	24740		938,197	4,5	32	0,252	30	135	3	92,9	227,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$$\sum (Rl + Z)$$

2918,6

Второстепенное кольцо (через стояк 5, 5a)

№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0

f	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
134	2036		77,21	3,3	15	0,104	17	56,1	3	15,8	71,9
135	679	25,74	25,74	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
136	679	25,75	25,75	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
137	679	25,74	25,74	5,5	10	0,054	5,5	30,25	5,5	7,8	38,1
137'	679	25,74	25,74	5,5	10	0,054	5,5	30,25	5,5	7,8	38,1
136'	679	25,75	25,75	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
135'	679	25,74	25,74	0,9	10	0,054	5,5	4,95	5,5	7,8	12,8
134'	2036		77,21	3,3	15	0,104	17	56,1	3	15,8	71,9
f'	26776		1015,407	5,4	40	0,211	18	97,2	6	130,2	227,4
e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										2495,8	
Второстепенное кольцо (через стоек б, ба)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
e	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
138	962		36,49	3,3	10	0,081	11	36,3	3	9,6	45,9
139	481	18,245	18,245	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
140	481	18,245	18,245	4,5	10	0,039	4	18	7	5,2	23,2
140'	481	18,245	18,245	4,5	10	0,039	4	18	7	5,2	23,2
139'	481	18,245	18,245	0,9	10	0,039	4	3,6	5,5	4,1	7,7
138'	962		36,49	3,3	10	0,081	11	36,3	3	9,6	45,9

e'	27738		1051,897	2,9	40	0,217	19	55,1	3	68,9	124,0
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$										1923,4	
Второстепенное кольцо (через стояк 7, 7а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
d	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
141	2407		91,29	3,3	15	0,125	24	79,2	3	22,9	102,1
142	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
143	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
144	1204		45,645	3,3	10	0,099	19	62,7	3	14,3	77,0
145	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
146	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
146'	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
145'	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
144'	1204		45,645	3,3	10	0,099	19	62,7	3	14,3	77,0
143'	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
142'	602	22,82	22,82	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
141'	2407		91,29	3,3	15	0,125	24	79,2	3	22,9	102,1
d'	30145		1143,187	3	40	0,234	22	66	3	80,1	146,1
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8

$\sum (Rl + Z)$											1967,6
Второстепенное кольцо (через стояк 8, 8а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
c	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
147	599	22,71	22,71	7,5	10	0,049	5	37,5	5,5	6,4	43,9
147'	599	22,71	22,71	7,5	10	0,049	5	37,5	5,5	6,4	43,9
c'	30744		1165,897	0,6	40	0,245	24	14,4	3	87,8	102,2
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											1317,7
Второстепенное кольцо (через стояк 9, 9а)											
№	Q, Вт	G, кг/ч Расход на прибор	G, кг/ч Расход на участок	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
b	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
148	300	11,38	11,38	3,5	10	0,026	2,6	9,1	5,5	1,8	10,9
148'	300	11,38	11,38	3,5	10	0,026	2,6	9,1	5,5	1,8	10,9
b'	31044		1177,277	4,1	40	0,245	24	98,4	3	87,8	186,2
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											1047,3
Второстепенное кольцо (через стояк 10, 10а)											
0	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
a	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
149	2473		93,77	3,3	15	0,131	26	85,8	3	25,1	110,9
150	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
151	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9

152	1236		46,885	3,3	10	0,101	22	72,6	3	14,9	87,5
153	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
154	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
154'	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
153'	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
152'	1236		46,885	3,3	10	0,101	22	72,6	3	14,9	87,5
151'	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
150'	618	23,44	23,44	0,9	10	0,049	5	4,5	5,5	6,4	10,9
149'	2473		93,77	3,3	15	0,131	26	85,8	3	25,1	110,9
a'	33517		1271,047	1,4	40	0,266	28	39,2	3	103,5	142,7
0'	62136		2356,347	2,5	50	0,291	24	60	3	123,8	183,8
$\sum (Rl + Z)$											1137,4

Пример невязки рассчитаем по параллельным участкам второстепенного циркуляционного кольца через стояк 25,25а. По формуле (17):

$$\delta = \frac{\Delta p_{осн} - \Delta p_1}{\Delta p_1} \cdot 100\% = \frac{287,7 - 248,7}{287,7} \cdot 100\% = 13,9\%.$$

Поскольку невязка меньше 15%, то расчет считается законченным. Невязка остальных стояков сведена в таблицу 7.

Таблица 7 – Невязка гидравлического расчета

№ стояка	$\Delta p_{ст}, Па$	$\delta, \%$
$\Delta p_{ст} = 287,7 Па$		
Стояк 25	248,7	13,9
Стояк 24	165·2=325 (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	20,4
Стояк 23	105,6·2=211,2 (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	36,2
Стояк 22	283,6	1,4
Стояк 21	283,6	1,4
Стояк 20	149,9·2=299,8 (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	4,2
Стояк 19	288,7	0,35
Стояк 18	310,4	7,3
Стояк 17	412,2	30,2
Стояк 16	341,6	14,7
Стояк 15	469,8	38,5
Стояк 14	116,5·2=233 (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	17,9
Стояк 13	247,2	15,4
Стояк 12	279,4	3
Стояк 11	156,8	83,4

Стояк 27	909,9	-
Стояк 28	309,7	7,1
Стояк 29	257,3	11,8
Стояк 30	309,4	7
Стояк 31	614,9	-
Стояк 32	614,9	-
Стояк 33	727,2	-
Стояк 34	276,3	4,1
Стояк 35	169,4	41,1
Стояк 36	191,3	33,5
Стояк 37	306,8	6,2
Стояк 1	320,8	10,31
Стояк 2	$65,1 \cdot 3 = 195,3$ (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	47,3
Стояк 3	$103,9 \cdot 2 = 207,8$ (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	38,4
Стояк 4	238,1	20,8
Стояк 5	271	6,2
Стояк 6	153,5	-
Стояк 7	445,7	-
Стояк 8	$87,9 \cdot 2 = 175,8$ (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	-
Стояк 9	$21,8 \cdot 3 = 65,4$ (в 2 раза больше ОП чем в осн.кольце)	-
Стояк 10	484,3	-

Поскольку расчетное циркуляционное давление второстепенных циркуляционных колец меньше расчетного циркуляционного давления основного циркуляционного кольца, то необходима установка

балансировочного клапана на участке, параллельном участку основного циркуляционного кольца. Примем к установке автоматический балансировочный клапан ASV-P фирмы Danfoss. Место установки –участок второстепенного кольца, давление которого меньше давления основного циркуляционного кольца. Клапан осуществляет гидравлическую балансировку колец автоматически.

3.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола

Для определения потерь давления необходимо найти скорости движения теплоносителя в каждом контуре.

Максимальная скорость движения теплоносителя в трубах теплого пола должна лежать в пределах от 0,15 до 1 м/с. скорости воды в трубах диаметрами 16мм и 20мм (внутренние диаметры $D_{вн} = 12\text{мм}$ и 16мм) определяется по формуле:

$$v = \frac{1,274 \cdot G}{D_{вн}^2 \cdot \rho}, \text{ м / с}$$

Рассчитаем скорость движения теплоносителя в 1 контуре помещения №3 (групповая комната):

$$v = \frac{1,274 \cdot 0,027}{0,016^2 \cdot 1000} = 0,13, \text{ м / с}$$

Далее по таблице [прил.15] по расходу и скорости движения определяем линейные потери и умножаем их на длину трубы. Для рассматриваемого помещения по $d=20\text{мм}$, $G=0,027\text{кг/с}$ и $v=0,13\text{м/с}$ $R=21,7\text{Па/м}$. Тогда $R_1=20,7 \cdot 90,2=1867,14\text{Па}$.

Для определения местных потерь необходимо найти сумму коэффициентов местных сопротивлений, которая равна произведению количества отводов («калач» считается за два отвода) на 0,5 (коэффициент

местного сопротивления отвода). В нашем случае $\Sigma\xi=28\cdot0,5=14$. Тогда потери на местные сопротивления равны:

$$Z = \Sigma\xi \frac{\rho \cdot v^2}{2} = 14 \cdot \frac{1000 \cdot 0,13^2}{2} = 118,3 \text{ Па.}$$

Общие потери давления: $R_l + Z = 1867,14 + 118,3 = 1985,44 \text{ Па.}$

Расчет гидравлики теплых полов в остальных помещениях сведены в таблицу 8.

Таблица 8 «Расчет гидравлических сопротивлений теплого пола»

№	Название помещения	G, кг/с	l, м	Dy, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	сумм ξ	Z, Па	Rl+Z, Па
3	Групповая	0,027	90,2	20	0,13	20,7	1867,14	14	118,3	1985,44
4	Спальни	0,014	72,8	20	0,07	6,83	496,9	10	24,5	521,4
			64,8				442,6			467,1
8	Групповая	0,03	95	20	0,15	25,7	2441,5	14	157,5	2599,0
			97				2492,9			2650,4
9	Спальни	0,0155	83,2	20	0,08	7,8	649,4	14	44,8	694,2
16	Групповая	0,03	94,3	20	0,15	25,7	2423,5	14	157,5	2581,0
17	Спальни	0,015	67,8	16	0,13	29,4	1993,3	10	84,5	2077,8
21	Групповая	0,03	93	20	0,15	25,7	2390,1	14	157,5	2547,6
			95				2441,5			2599,0
22	Спальни	0,015	85,2	20	0,07	7,81	665,0	12	29,4	694,4
Итого										19417,34

3.4 Выбор циркуляционного насоса

Выбор насоса производится по величине потери напора и по расходу воды. Подберем насос для системы напольного отопления. Потеря напора составляет:

$$\Delta P_{\text{пола}} = 19417,34 \text{ Па} = 0,2 \text{ бар},$$

Расход воды на систему составит:

$$G_{\text{пола}} = 0,352 \text{ кг/с} = 1267,2 \text{ кг/ч.}$$

При плотности воды, равной 1000 кг/м^3 объемный расход равен:

$$V = \frac{G_{\text{пола}}}{\rho} = \frac{1267,2}{1000} = 1,3 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

По значениям потерь и расхода подбираем насос фирмы Grundfos модель UPE 25-40 180. Насос циркуляционный UPS 25-40 180 фирмы Grundfos является наиболее удачным вариантом для систем отопления и ГВС, так как имеет оптимальные характеристики – компактные размеры и небольшой вес, солидную мощность, отсутствие шума при работе, экономичность, надежность и долговечность.

UPS 25-40 представляет собой одноступенчатый насос с системой «мокрый ротор», горизонтально расположенным валом и термостойким рабочим колесом одностороннего входа. Изоляция ротора от статора герметичной гильзой и постоянное смазывание подшипников перекачиваемой жидкостью позволяют добиться минимализации шума при работе. Устойчивость электродвигателя к блокирующему току снимает необходимость в дополнительной защите. Конструкция позволяет проводить техобслуживание без демонтажа насоса. Характеристики выбранного насоса:

Максимальный напор – 3,8 м,

Монтажная длина – 180 мм,

Напряжение сети – 1x230 В,

Номинальная мощность, (Вт)

Пропускная способность – 3 куб. м/час.

Также необходимо подобрать 2 циркуляционных насоса для системы отопления. Потеря напора составляет:

$$\Delta P_{\text{авт}} = \sum \Delta P_{\text{уч}} = 7121,2 \text{ Па} = 0,07 \text{ бар}.$$

Расход воды на систему составит:

$$G_{\text{авт}} = \sum G_{\text{уч}} = 2356 \text{ кг} / \text{ч}.$$

При плотности воды, равной 951 кг/м^3 объемный расход равен:

$$V = \frac{G_{\text{авт}}}{\rho} = \frac{2356}{951} = 2,48 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Зная потери напора и общий расход подбираем насос фирмы Grundfos модель Magna 25-60.

Grundfos Magna 25 60 – это агрегат с частотно-регулируемым приводом, обеспечивающий эффективную работу систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, необходимое давление воды в трубопроводах. Устройство хорошо тем, что на 50% снижает энергозатраты владельцев. Циркуляционный насос с мокрым ротором фирмы Grundfos Magna 25 60 имеет такие отличительные черты, как возможность диспетчеризации, длительный срок службы и высокая надежность. Помимо этого, в комплект аппарата входит инфракрасный пульт, которым можно настраивать различные опции и делать автоматическую регулировку параметров.

Это тот вид насосного оборудования, который не нуждается в техническом обслуживании, работает экономично, а значит, эксплуатационные расходы на него будут невысокими. Рассматривая конструкционные особенности изделия, можно отметить, что его корпус изготовлен из чугуна, панель управления находится на клеммной коробке, а электродвигатель не нуждается во внешней защите.

Технические характеристики этого насосного агрегата:

- Мощность – 0,085 кВт
- Монтажная длина – 18 см
- Напряжение – 220 В
- Номинальный диаметр патрубков – 2,5 см
- Температура жидкости – от +2 до +95 С
- Класс энергоэффективности – А

Насос Grundfos Magna 25 60 может работать в автоматическом (когда энергопотребление сокращается до минимума) режиме, при пропорциональном регулировании давления, при его постоянных характеристиках, в автоматическом «ночном» режиме с пониженной подачей.

Надежное и производительное циркуляционное насосное устройство – важный элемент для любой системы горячего водоснабжения или отопления. Оно увеличивает циркуляцию воды в замкнутом контуре, а это повышает теплоотдачу в системе отопления или же поддерживает в системе ГВС температуру на постоянном уровне. Электронасос может работать в непрерывном режиме, причем он делает это практически бесшумно благодаря «мокрому ротору».

К установке принято 2 циркуляционных насоса фирмы Grundfos модель Magna 25-60.

4 ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ ЗДАНИЯ

Температурный график тепловой сети – 105/70⁰С. В соответствии с требованиями энергоснабжения проектом предусматривается устройство полностью автоматизированного узла управления.

Автоматизированный тепловой узел разработан для присоединения системы теплоснабжения по закрытой схеме. Теплоноситель в системе отопления – горячая вода с параметрами температуры в подающем и обратном трубопроводе соответственно 95/70⁰С.

В проекте индивидуального теплового пункта предусмотрена установка:

- двух циркуляционных насосов фирмы Grundfos модель Magna 25-60 (2 на систему отопления, один на систему ГВС);
- теплового счетчика Multical;
- запорной арматуры фирмы ICMA;
- контрольно-измерительных приборов;
- пластинчатого водоподогревателя ($Q=126\text{кВт}$, $F=1,8\text{м}^2$);

Все оборудование сертифицировано.

Схема автоматизации системы отопления позволяет:

- поддерживать комфортную температуру в помещениях вне зависимости от температуры наружного воздуха;
- уменьшать потребление тепловой энергии за счет снижения температуры воздуха в помещении в ночные часы;
- ликвидировать перегрев помещений в переходные периоды отопительного сезона;
- снизить температуру возвращаемого теплоносителя;
- уменьшить расход теплоносителя из тепловых сетей.

5 РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

5.1 Выбор систем вентиляции

В учреждениях дошкольного образования проектируется естественная или механическая вытяжная вентиляция из всех помещений.

В рассматриваемом проекте системы вытяжной механической вентиляции предусматриваются для помещений кухни – В1. Механическая приточная вентиляция выполнена для помещений: кухни – П1, прачечной – П2.

Вентоборудование располагается в вентиляционной камере. Вытяжной кухонный вентилятор расположен на наружной стене здания. Воздухозабор осуществляется с отметки +2,5м от уровня земли. Включение установок осуществляется местно.

Воздуховоды общеобменной вентиляции приняты из тонколистовой оцинкованной стали ГОСТ 14918-81* классом – Н. В местах пересечения воздуховодами противопожарных перекрытий устанавливаются огнезадерживающие клапаны ОКС. Вентустановки укомплектованы вентиляторами, калориферами, гибкими вставками, шумоглушителями, фильтрами.

Расчетная температура наружного воздуха -35°C , средняя температура наружного воздуха в теплый период $21,7^{\circ}\text{C}$. Источником теплоснабжения является водяное отопление и электроэнергия.

5.2 Общеобменная вентиляция

Вентиляционные системы предназначены для организации благоприятного для здоровья человека воздухообмена в здании ДО. Вентиляционные системы здания и их производительность выбирают в результате расчета воздухообмена. Расчет воздухообмена ведется по СНиП

41–01–2008. Расход приточного воздуха, м³/ч, для системы вентиляции и кондиционирования следует определять расчетом и принимать больший из расходов, требуемых для обеспечения:

- а) санитарно–гигиенических норм;
- б) норм взрывопожарной безопасности.

Расход воздуха следует определять отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий по формулам (18) – (22) (при плотности приточного и удаляемого воздуха, равной 1,2 кг/м³). Выбор формулы определяется назначением помещения.

- а) по избыткам явной теплоты:

$$G_{\text{я}} = G_{\text{рз}} + \frac{3,6Q_{\text{я}} - G_{\text{рз}} \cdot c \cdot t_{\text{рз}} - t_{\text{пр}}}{c \cdot t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}}} \quad (18)$$

где:

$G_{\text{рз}}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, кг/ч;

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

c – теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг·°С);

$t_{\text{рз}}$ – температура воздуха, в рабочей зоне, °С;

t_{yx} – температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, °С;

$t_{\text{пр}}$ – температура воздуха, подаваемого в помещение, °С.

Тепловой поток, поступающий в помещение от прямой и рассеянной солнечной радиации, следует учитывать при проектировании для теплого периода года.

- б) по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ:

$$G_{\text{г}} = G_{\text{рз}} + \frac{1,2Z - G_{\text{рз}} \cdot Z_{\text{рз}} - Z_{\text{пр}}}{Z_{\text{yx}} - Z_{\text{пр}}} \quad (19)$$

где:

Z – расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;

Z_{pz} , Z_{yx} – предельно допустимая концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за ее пределами, мг/м³;

$Z_{пр}$ – концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, принимаемая не более 30% ПДК, мг/м³.

Используется также формула для вычисления требуемого объема вентиляционного воздуха для разбавления вредностей до ПДК [2]:

$$L = \frac{1000 \cdot m_b}{Z_{pz}},$$

где:

m_b – количество вредностей в воздухе помещения, г/ч.

При одновременном выделении в помещение нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, воздухообмен следует определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ. При одновременном выделении нескольких газов и паров, не обладающих однонаправленным действием, количество воздуха при расчете общеобменной вентиляции принимается по той вредности, которая требует подачи наибольшего объема чистого воздуха.

в) по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p \cdot n \quad (20)$$

где:

V_p – объем помещения, м³,

n – кратность воздухообмена, 1/ч.

г) по нормируемому удельному расходу приточного воздуха:

$$L = A \cdot k; L = N \cdot m \quad (21)$$

где:

k – нормируемый расход приточного воздуха на 1 м^2 пола помещения, $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$;

N – число людей, рабочих мест, единиц оборудования;

m – нормируемый удельный расход приточного воздуха на 1 чел., $\text{м}^3/\text{ч}$, на 1 рабочее место или единицу оборудования.

Параметры воздуха $t_{\text{рз}}$ следует принимать равными расчетным параметрам в обслуживаемой или рабочей зоне помещения по разделу, а $Z_{\text{рз}}$ – равной ПДК в рабочей зоне помещения.

Нормируемая кратность воздухообмена для помещений ДО принимается по табл. 21.2 [2, с.194].

Расчет избыточного явного теплового потока в помещение Q ведется суммированием составляющих различного происхождения, определяемых по формулам и рекомендациям, приведенным ниже [2]:

- тепlopоступления от людей зависят от характера выполняемой работы, температуры и подвижности окружающего воздуха. В практических расчетах учитывают только явную теплоту.

- тепловыделения от источников освещения при неизвестной мощности светильников находим по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (22)$$

где:

F – площадь пола помещения, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ – максимально допустимая удельная установленная мощность светильника, $\text{Вт}/\text{м}^2$ определяется по табл.6.2 [2, с.62];

$\eta_{\text{осв}}$ – доля теплоты, поступающей в помещение от светильников, определяется по табл.6.3 [2, с.63].

- тепlopоступления от солнечной радиации: различают поступления через остекление и через покрытие.

Для помещений ДО при расчете систем вентиляции с механическим побуждением тепlopоступление в помещение складывается из тепла солнечной радиации, непосредственно прошедшей через остекленную часть конструкции ограждения $Q_{пр}$ и из теплового потока за счет теплопередачи через заполнение $Q_{тп}$ и рассчитывается по формуле [2, с. 63]:

$$Q_{с.р.} = Q_{пр} + Q_{тп}, \quad (23)$$

Первое слагаемое этой суммы равно:

$$Q_{пр} = (q_{п} \cdot K_{инс} + q_{р} \cdot K_{обл}) \cdot A_{ок} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (24)$$

где:

$q_{п}$, $q_{р}$ – максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на световой проем [2, табл.6.4], Вт/м²;

$A_{ок}$ – площадь светопроема, м²;

β_1 – коэффициент теплопропускания окон с учетом затенения непрозрачной частью (переплетами) заполнения светопроема [2, табл.6.5],

β_2 – коэффициент теплопропускания прозрачной частью заполнения светопроема [2, табл.6.6],

β_3 – коэффициент теплопропускания нестационарными солнцезащитными устройствами [2, табл.6.7],

$K_{инс}$ – коэффициент инсоляции, учитывающий долю прошедшего потока падающей на вертикальный световой проем прямой солнечной радиации после затенения наружными козырьками или вертикальными ребрами, при отсутствии затенения равен 1,

$K_{\text{обл}}$ – коэффициент облучения поверхности светопроема рассеянной радиацией, для светопроемов, незатененных козырьками и ребрами равен 0,85.

Теплопоступления через заполнения светопроемов за счет теплопередачи определяется по формуле:

$$Q_{\text{тп}} = (t_{\text{усл}} - t_{\text{в}}) \cdot A_{\text{ок}} \cdot K = \left[t_{\text{н}} + \frac{(q_{\text{п}} \cdot K_{\text{инс}} + q_{\text{р}} \cdot K_{\text{обл}}) \cdot P}{\alpha_{\text{н}}} - t_{\text{в}} \right] \cdot A_{\text{ок}} \cdot K, \quad (25)$$

где:

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

P – коэффициент поглощения солнечной радиации заполнением светопроема: 0,06 – для обычного стекла;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$,

K – коэффициент теплопередачи заполнения светопроема, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью остекления, $\text{Вт}/\text{м}^2$, определяется по формуле:

$$\alpha_{\text{н}} = 1,16 \cdot (5 + 10\sqrt{v}), \quad (26)$$

где:

v – расчетная скорость ветра для теплого периода, $\text{м}/\text{с}$.

В дошкольных учебных учреждениях расчет воздухообмена осуществляется по нормируемой кратности.

Расход вытяжного воздуха рассчитывается по формуле:

$$L = K_{\text{Pmin}} \cdot V_{\text{р}}, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (30)$$

где:

K_{Pmin} – минимальная кратность воздухообмена, 1/ч по [3, табл. 3.1, 3.2];

$V_{\text{р}}$ – расчетный объем помещения, м^3 .

Рассмотрим расчет воздухообмена по нормативной кратности для бытового помещения №48 (1 этаж).

$K_{P_{\min}} = 2, 1/\text{ч}$ по техническому заданию.

$V_P = 5,67 \cdot 3 = 17,01.$

$L = 17,01 \cdot 2 = 34,02, \text{ м}^3/\text{ч}.$

Расчет воздухообмена остальных помещений проектируемого здания сведен в таблицу 13 «Расчет воздухообменов по помещениям».

Поскольку в остальных помещениях организована приточно-вытяжная естественная система вентиляции, то производится только расчет расхода вытяжного воздуха. Вытяжка осуществляется через решетки, каналы стенах и далее шахты. Приток неорганизованный, осуществляется через форточки, неплотности в ограждениях. Неорганизованный приток в данное помещение осуществляется через форточки.

Таким же образом рассчитываем системы вентиляции, где возможен расчет по кратности. Результаты расчетов заносим в таблицу 9 «Воздухообмен в помещениях».

Таблица 9 – Расчет воздухообменов по помещениям

№ помещения	Наименование помещения	$t_{вн}, ^\circ\text{C}$	$V, \text{м}^3$	Кратность		Вытяжка		Приток	
				вытяжка	приток	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	№ сист.	$L, \text{м}^3/\text{ч}$	№ сист.
1 этаж									
44	Горячий цех	18	30,6	По расчету		266	В1	266	П1
45	Мясо-рыбный цех	18	32,4	По расчету		202	В1	202	П1
46	Цех обработки овощей	18	34,11	2	2	68,22	В1	68,22	П1
47	Холодильный цех	18	19,65	2	2	39,3	В1	39,3	П1
48	Склад с холодильным оборудованием	18	16,5	2	2	33	В1	33	П1
49	Моечная кухонной посуды	18	22,74	2	2	45,48	В1	45,48	П1
37	Стиральная	18	21,51	По расчету				195	П2
40	Гладильная	18	23,28	2	2			46,56	П2

Выполним расчет расхода воздуха приточной (П1) и вытяжной систем (В1) горячего цеха по избыткам явной теплоты.

Теплопоступления от людей (равная 75% от взрослого мужчины):

$$Q_l = q \cdot n = 120 \cdot 4 = 480 \text{ Вт},$$

где q – тепловыделения от людей, Вт;

n – число людей.

Тепловыделения от источников освещения при неизвестной мощности светильников находим по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot q_{\text{осв}} \cdot E_{\text{осв}} = 10,2 \cdot 0,056 \cdot 100 = 57,12 \text{ Вт},$$

где:

F – площадь пола помещения, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ – удельное тепловыделение от светильника, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$ определяется по табл.6.2 [2, с.62];

$E_{\text{осв}}$ – уровень общего освещения, определяется по табл.6.3 [2, с.63].

Теплопоступления от солнечной радиации: различают поступления через остекление и через покрытие.

Теплопоступление в помещение [2, с. 63]:

$$Q_{\text{с.р.}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{тп}}, \quad (23)$$

Тепло солнечной радиации, непосредственно прошедшее через остекленную часть конструкции ограждения $Q_{\text{пр}}$:

$$Q_{\text{пр}} = (159 \cdot 1 + 71 \cdot 0,85) \cdot 3,4 \cdot 0,7 \cdot 0,57 \cdot 0,4 = 119,03 \text{ Вт}$$

Где максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации для оконных проемов $q_{\text{п}}=159 \text{ Вт}/\text{м}^2$, $q_{\text{р}}=71 \text{ Вт}/\text{м}^2$, площадь проемов равна $A_{\text{ок}}=3,4 \text{ м}^2$, $\beta_1 = 0,70$, $\beta_2 = 0,57$, $\beta_3 = 0,4$, $K_{\text{инс}} = 1$, $K_{\text{обл}} = 0,85$.

Для расчета теплопоступлений за счет теплопередачи принимается: расчетная температура наружного воздуха для теплого периода по техническому заданию принимается $+21,7^\circ\text{C}$, $P=0,06$, $t_{\text{в}}=18^\circ\text{C}$, $K=1,5$, $v=4,7 \text{ м}/\text{с}$.

Тогда теплоступления через заполнения светопроемов за счет теплопередачи определяется по формуле:

$$Q_{\text{тп}} = \left[21,7 + \frac{(159 \cdot 1 + 71 \cdot 0,85) \cdot 3,4 \cdot 0,06}{31} - 18 \right] \cdot 1,5 = 7,72 \text{Вт},$$

Тогда теплоступление в помещение через заполнения световых проемов равны:

$$Q_{\text{с.р.}} = 119,03 + 7,72 = 126,7 \text{Вт}.$$

Теплоступления от оборудования на кухне:

$$Q_{\text{об}} = 1000 \cdot K_0 \cdot N_m \cdot K_3 \cdot (1 - K_1) = 1000 \cdot 0,8 \cdot (1,8 \cdot 0,65 \cdot (1 - 0,75)) = 234 \text{Вт},$$

где K_0 – коэффициент одновременности работы теплового оборудования, для столовых 0,8; N_m – установочная мощность модулированного технологического оборудования; K_3 – коэффициент загрузки теплового оборудования; K_1 – коэффициент эффективности приточно-вытяжных локализирующих устройств.

Суммарные теплоступления:

$$Q_{\text{я}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{об}} = 480 + 57,12 + 126,7 + 234 = 897 \text{Вт}.$$

Расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды $G_{\text{рз}} = 0$ кг/ч; температура воздуха, подаваемого в помещение при ассимиляции избытков теплоты $t_{\text{пр}} = t_{\text{рз}} - \Delta t_1 = 18 - 2,5 = 16,5^\circ\text{C}$, где Δt_1 берется по [2] вне зоны действия приточной струи; температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения равна $t_{\text{yx}} = t_{\text{н}}^{\text{А}} + 5$; $t_{\text{н}}^{\text{А}}$ – температура наружного воздуха, принимаемая по параметрам климата А; $t_{\text{yx}} = 28,6^\circ\text{C}$. Таким образом потребное количество приточного воздуха для ассимиляции теплоступлений:

$$G_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 897}{1,005 \cdot 28,6 - 16,5} = 690 \text{ кг / ч} = 266 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

6. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Воздуховоды и каналы необходимо проектировать в соответствии с требованиями СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», учитывая возможности максимальной индустриализации строительно-монтажных работ и применение при этом сборных конструкций из унифицированных деталей, изготавливаемых на заводах или в заготовительных мастерских.

Расчет проводят с целью определения размеров поперечного сечения участков сети. В системах с механическим побуждением движения воздуха потери давления определяют выбор вентилятора. В этом случае подбор размеров поперечного сечения воздуховодов проводят по допустимым скоростям движения воздуха.

Потери давления ΔP , Па, на участке воздуховода длиной 1 м определяют по формуле:

$$\Delta P = R\beta l + Z, \text{ Па} \quad (31)$$

где:

R – удельные потери давления на 1 м воздуховода, Па/м определяются по номограмме рис.8.5-8.6 [2];

β – коэффициент, учитывающий фактическую шероховатость стенок воздуховода, определяем по табл. 8.6 [2];

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяем по формуле:

$$Z = \sum \xi \cdot \rho \cdot v_p^2 / 2, \text{ Па} \quad (32)$$

где:

ρ – плотность воздуха на участке, кг/м³;

v_p – скорость воздуха принимается по табл.8.7 [2];

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Аэродинамический расчет состоит их 2 этапов:

- 1) расчета участков основного направления;
- 2) увязка ответвлений.

Последовательность расчета.

1. Определяем нагрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха;
2. Выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков;
3. Нумеруем участки магистрали и ответвлений, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.
4. Размеры сечения воздуховода определяем по формуле:

$$F^{OP} = \frac{L}{3600 \cdot g_p}, \text{ м}^2, \quad (33)$$

где:

L – расход воздуха на участке, м³/ч;

g_p – рекомендуемая скорость движения воздуха м/с.

5. Зная ориентировочную площадь сечения, определяем стандартный воздуховод и рассчитываем фактическую скорость воздуха:

$$g_\phi = \frac{L}{3600 \cdot F_\phi}, \text{ м / с}, \quad (34)$$

6. Определяем R по номограмме рис.8.5-8.6 [2].
7. Определяем коэффициенты местных сопротивлений.
8. Общие потери давления в системе равны сумме потерь давления в воздуховодах по магистрали и в вентиляционном оборудовании:

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2g}, \text{ Па}. \quad (35)$$

Методика расчета ответвлений аналогична.

9. Далее производим увязку всех остальных участков системы, которую проводят, начиная с самых протяженных ответвлений. Методика увязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. Разница состоит лишь в том, что при увязке каждого ответвления известны потери в нем. Потери от точки разветвления до конца ответвления должны быть равны

потерям от той же точки до конца главной магистрали, т.е. $(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} = (R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч.}}$. Для расчета ответвления применяется способ последовательного подбора. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15%:

$$\frac{(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} - (R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч.}}}{(R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч.}}} \cdot 100\% \leq 15\%. \quad (36)$$

Рассмотрим пример расчета аэродинамики участка №1 вытяжной системы В1 на первом этаже.

Длина воздуховода составляет $L=2$ м, расход через участок $G=39,3$ м³/ч.

Так как этот участок горизонтальный, то предельно-допустимая скорость воздуха для общественных зданий принимается равной 5 м/с табл.8.7 [3]. Расчетная площадь поперечного сечения равна:

$$f_p = \frac{G}{3600 \cdot g} = \frac{39,3}{3600 \cdot 5} = 0,002, \text{ м}^2.$$

По стандартным типоразмерам прямоугольных воздуховодов принимает типоразмер с наиболее близкой площадью поперечного сечения. Тогда стороны воздуховода равны: 0,1х0,15. Уточняем скорость движения воздуха:

$$g_\phi = \frac{G}{3600 \cdot a \cdot b} = \frac{39,3}{3600 \cdot 0,1 \cdot 0,15} = 0,728, \text{ м/с}.$$

Поскольку воздуховод имеет прямоугольное сечение находим эквивалентный диаметр:

$$d_\phi = 2 \cdot \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,1 \cdot 0,15}{3,14}} = 0,138, \text{ м}.$$

По известному расходу и эквивалентному диаметру по номограмме рис.8.6 [3] находим удельное линейное сопротивление $R=0,12$ Па/м.

По табл. табл. 8.6 [3] находим $\beta=0,986$. Тогда:

$$Rl\beta = 0,12 \cdot 0,986 \cdot 2 = 0,237, \text{ Па}.$$

Находим местные потери:

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot g^2}{2} = 1,3 \cdot \frac{1,27 \cdot 0,728^2}{2} = 0,437, \text{ Па.}$$

где $\sum \zeta = 1,3$ - коэффициент местных сопротивлений в тройнике.

Тогда суммарные потери равны:

$$(Rl\beta + Z) = 0,237 + 0,437 = 0,7, \text{ Па.}$$

Результаты аэродинамического расчета воздухопроводов системы механической и естественной вентиляции сводим в таблицу 9 «Расчет аэродинамики систем вентиляции».

Далее необходимо произвести увязку всех ответвлений. При увязке потери каждого ответвления равны потерям параллельного участка главного пути. Разница между потерями давления ответвления и главного пути не должна превышать 15%.

Произведем увязку в вытяжной системе В1 на примере ответвления (6-14). Потеря давления на главной магистрали вытяжной системы В1 равна $P_{\text{магистр.}} = 153,9 \text{ Па}$. Потеря давления на ответвлении этой же системы равна $P_{\text{отв.}} = 132,1 \text{ Па}$. Тогда:

$$\frac{(P_{\text{магистр.}} - P_{\text{отв.}})}{P_{\text{магистр.}}} = \frac{(153,9 - 132,1)}{153,9} \cdot 100\% = 14,4\%.$$

Данное значение не превышает допустимой величины. Следовательно, дополнительных устройств для балансировки системы не требуется.

Расчет аэродинамики приточных и вытяжных систем сведен в таблицу 10 «Расчет аэродинамики систем механической вентиляции».

Таблица 10. Расчет аэродинамики систем механической вентиляции

Номер участка	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	Принятая скорость, м/с	$A, \text{ м}$ ширина воздуховода	$B, \text{ м}$ высота воздуховода	$d_b, \text{ м}$	Расчетная площадь поперечного сечения, м^2	Уточненная скорость $v, \text{ м/с}$	Удельное линейное сопротивление $R, \text{ Па/м}$.	Коэффициент шероховатости, β	$R \cdot \beta \cdot l, \text{ Па}$	Сумма коэффициентов местного сопр-я,	$Z = \sum \xi \cdot \rho \cdot v^2 / 2, \text{ Па}$	Сумма потеря, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
Магистраль вытяжной вентиляции В1														
1	39,3	2	5	0,1	0,15	0,138	0,002	0,728	0,12	0,986	0,237	1,3	0,437	0,7
2	72,3	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,339	0,25	0,976	0,098	1,6	1,821	1,9
3	117,78	7,4	5	0,1	0,15	0,138	0,007	2,181	0,6	0,966	4,289	3,3	9,969	14,3
4	184,28	3,2	5	0,1	0,15	0,138	0,010	3,413	1,4	0,95	4,256	2,5	8,488	12,7
5	654	1,8	5	0,15	0,25	0,219	0,036	4,844	1,6	0,938	2,701	9,5	121,575	124,3
Итого														153,9
Ответвления вытяжной вентиляции В1														
6	68,22	3,7	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,263	0,21	0,984	0,765	1,3	1,318	2,1
7	202	0,5	5	0,1	0,15	0,138	0,011	3,741	1,5	0,955	0,716	1,7	15,106	15,8
8	270,22	1,3	5	0,1	0,15	0,138	0,015	5,004	2,5	0,938	3,049	1,6	25,441	28,5
9	66,5	0,7	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,231	0,21	0,984	0,145	1,3	1,252	1,4
10	66,5	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,231	0,21	0,984	0,083	1,3	1,252	1,3
11	133	0,3	5	0,1	0,15	0,138	0,007	2,463	0,7	0,966	0,203	2,5	9,630	9,8
12	403,22	1,1	5	0,1	0,25	0,178	0,022	4,480	1,6	0,94	1,654	1,6	40,394	42,0
13	66,5	0,3	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,231	0,21	0,984	0,062	1,3	1,252	1,3
14	469,72	0,4	5	0,15	0,2	0,195	0,026	4,349	1,6	0,94	0,602	1,6	19,219	19,8
Итого														132,1
Приточная вентиляция П1														
1	53,2	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,003	0,985	0,45	0,986	0,177	1,3	0,801	1,0
2	106,4	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,006	1,970	0,7	0,97	0,272	2,5	6,163	6,4
3	159,6	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,009	2,956	1	0,96	0,384	2,5	13,867	14,3

4	212,8	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,012	3,941	1,8	0,948	0,683	2,5	24,653	25,3
5	266	1,3	5	0,1	0,15	0,138	0,015	4,926	2,5	0,938	3,049	2,5	38,520	41,6
6	468	1,8	5	0,15	0,2	0,195	0,026	4,333	1	0,948	1,706	3,2	38,156	39,9
7	68,22	2	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,263	0,6	0,96	1,152	2,5	2,534	3,7
8	536,22	2,4	5	0,15	0,2	0,195	0,030	4,965	1,6	0,938	3,602	1,3	20,350	24,0
9	654	10,5	5	0,15	0,25	0,219	0,036	4,844	1,5	0,938	14,774	9,5	141,575	156,3
Итого													312,4	
Ответвления приточной вентиляции П1														
10	45,48	1,7	5	0,1	0,15	0,138	0,003	0,842	0,4	0,986	0,670	1,3	0,586	1,3
11	78,48	1,4	5	0,1	0,15	0,138	0,004	1,453	0,6	0,97	0,815	2,5	3,353	4,2
12	117,78	1,3	5	0,1	0,15	0,138	0,007	2,181	0,55	0,966	0,691	1,3	3,927	4,6
Итого													10	
Приточная вентиляция П2														
1	48,75	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,003	0,903	0,44	0,986	0,174	1,3	0,673	0,8
2	97,5	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,005	1,806	0,7	0,97	0,272	2,5	5,175	5,4
3	146,25	0,4	5	0,1	0,15	0,138	0,008	2,708	0,8	0,966	0,309	2,5	11,644	12,0
4	195	2,7	5	0,1	0,15	0,138	0,011	3,611	1,5	0,95	3,848	2,5	20,701	24,5
5	241,52	10,2	5	0,1	0,15	0,138	0,013	4,473	2,2	0,938	21,049	9,5	120,675	141,7
Итого													184,5	
Ответвления приточной вентиляции П2														
6	46,52	0,7	5	0,1	0,15	0,138	0,003	0,861	0,43	0,986	0,297	2,5	1,178	1,5
Итого													1,5	

7. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

7.1 Подбор оборудования для приточных камер

В соответствии с конструкциями систем в данном проекте необходимо установить приточные установки для обеспечения систем П1, П2.

Приточные вентиляторы подбираются по расходу воздуха и потери давления.

Расход воздуха и потери давления в системе П1 соответственно равны $G = 654 \text{ м}^3 / \text{час}$ и $\Delta P = 313 \text{ Па} = 0,003 \text{ бар}$. В системе П2: $G = 242 \text{ м}^3 / \text{час}$ и $\Delta P = 185 \text{ Па} = 0,002 \text{ бар}$.

Выбраны следующие установки: для системы П1 – типа РК 150x250 В3 с шумоглушителем PBAS 150x250-3-2,5, фирма Ostberg (Швеция), для системы П2 – типа РК 100x150 В1 фирма Ostberg (Швеция) с шумоглушителем PBAS 100x150-3-2,5. Для регулирования расхода воздуха и перекрытия воздуховодов устанавливаются клапан на наружном воздухе для систем АВК+ DAF2.06. Клапан состоит из прямоугольного корпуса и установленных в него жалюзи, которые через систему зубчатых колес поворачиваются на требуемый угол.

Канальные вентиляторы оборудованы асинхронным двигателем с внешним ротором и уплотненными подшипниками, что увеличивает срок их службы. Корпус изготавливается из гальванизированной стали. Двигатель и рабочее колесо вентиляторов расположены на откидывающейся пластине, что делает доступ к ним лёгким, быстрым и удобным.

Информация по выбранному оборудованию для приточных камер приведена в таблице 10 «Характеристика отопительно-вентиляционных систем».

7.2 Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции

Вытяжные вентиляторы выбираются по расходу и потери давления.

Расход воздуха и потери давления в системе В1 соответственно равны $G = 654 \text{ м}^3 / \text{час}$ и $\Delta P = 184 \text{ Па} = 0,002 \text{ бар}$.

Выбраны следующие установки: для системы В1 – типа ВР-86-77-4,0.

Параметры вентиляторов сведены в таблицу 10 «Характеристика отопительно-вентиляционных систем».

7.3 Клапан дымоудаления

Жилые, общественные, административные здания, а также сооружения производственного, складского, гражданского и другого назначения должны быть оборудованы специальными системами пожарной безопасности и удаления дымогазовоздушных смесей, возникающих при пожаре. Основные требования к элементам воздуховодов противопожарных систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования, а также к аварийным противодымным вентиляционным системам изложены в СНиП 2.04.05-91*.

В соответствии с этими требованиями для предотвращения распространения в смежные помещения огня и продуктов горения из очага пожара рекомендуется устанавливать в сборных воздуховодах огнезадерживающие клапаны, которые автоматически перекрывают сечения воздуховодов при возникновении пожара.

По функциональному назначению клапан может применяться в качестве огнезадерживающего или в системах дымоудаления согласно требованиям СНиП 2.04.05-91, СНиП 2.01.02-89 и СНиП 21.01-97.

Клапан состоит из корпуса, изготовленного из стали, установленных в нём лопаток створчатого (поворотного) типа и исполнительного устройства.

Корпус является несущей конструкцией клапана и снабжён присоединительными фланцами. Во внутренней полости корпуса установлены планки, образующие опоры для лопатки (одной или нескольких), которая выполнена из термостойкой плиты, облицованной аналогичными стальными листами. На боковых торцевых поверхностях лопатки закреплены профильные уплотнители из силиконовой резины, а на корпусе - вспучивающиеся ленты из огнезащитного материала. Лопатка установлена в корпусе на осях в подшипниках скольжения. Одна из осей выступает из корпуса и через неё передаётся вращающий момент от исполнительного механизма. В закрытом положении клапан обеспечивает плотное прилегание лопатки к поверхностям корпуса.

В соответствии с требованиями в местах пересечения воздуховодами пожарных перекрытий устанавливаем огнезадерживающие клапаны ОКС.

Таблица 11 «Характеристика отопительно-вентиляционных систем»

Обозначение системы	Наименование помещения	Тип установки агрегата	Вентилятор			Электродвигатель			Воздуонагреватель			
			Тип, исполнение по взрывозащите	L, м ³ /час	P, Па	n, об/мин	Тип	N, кВт	n, об/мин	Тип	Температура нагрева	
											от	до
П1	Пищеблок, моечная	RK 150x250 В3	канальный	654	313	835		1,535		PBAS 150x250-3-2.5	-39	+21
П2	Холодильный цех, прачка, гладильная	RK 100x150 В1	канальный	242	185	1275		0,69		PBAS 100x250-3-2.5	-39	+21
В1	Пищеблок, моечная, холодильный цех	BP 86-77-4,0	радиальный	654	184	1420		1,1				

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

8.1 Введение

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда (инженеров проектировщиков). Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. С развитием научно-технического прогресса немаловажную роль играет возможность безопасного исполнения людьми своих трудовых обязанностей. В связи с этим была создана и развивается наука о безопасности труда и жизнедеятельности человека.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) - это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности человека в среде обитания, сохранение его здоровья, разработку методов и средств защиты путем снижения влияния вредных и опасных факторов до допустимых значений, выработку мер по ограничению ущерба в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [17].

Цель и содержание БЖД:

- обнаружение и изучение факторов окружающей среды, отрицательно влияющих на здоровье человека;
- ослабление действия этих факторов до безопасных пределов или исключение их если это возможно;
- ликвидация последствий катастроф и стихийных бедствий.

Круг практических задач БЖД прежде всего обусловлен выбором средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности. Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. Обращается внимание на необходимость широкого применения прогрессивных форм научной организации труда, сведения к минимуму ручного, малоквалифицированного труда, создания обстановки,

исключающей профессиональные заболевания и производственный травматизм [18].

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Эти нормативные документы обязывают к созданию на рабочем месте условий труда, при которых влияние опасных и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

Данный раздел дипломного проекта посвящен рассмотрению следующих вопросов:

- определение оптимальных условий труда инженера – проектировщика;
- расчет освещенности;
- расчет уровня шума.

8.2 Характеристика условий труда инженера- проектировщика.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др. [19].

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной работы проектировщика.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются

значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

8.3 Требования к производственным помещениям

8.3.1 Освещение

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе) [21].

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение - применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения

коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день).

Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно [22] в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно [20].

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть

примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

8.3.2 Параметры микроклимата

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах [23] установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения табл. 12 [19].

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше $20 \text{ м}^3/\text{человека}$ с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 13.

Таблица 12 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры.

Период года	Параметры микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 13 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого свежего воздуха, м ³ / на одного человека в час.
Объемом до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

8.3.3 Шум и вибрация

Шум ухудшает условия труда оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с

повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере. В табл. 14 указаны предельные уровни звука в зависимости от категории тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности.

Таблица 14 – Предельные уровни звука, дБ, на рабочих местах.

Категория напряженности труда	Категория тяжести труда			
	I	II	III	IV
	Легкая	Средняя	Тяжелая	Очень тяжелая
I. Мало напряженный	80	80	75	75
II. Умеренно напряженный	70	70	65	65
III. Напряженный	60	60	-	-
IV. Очень напряженный	50	50	-	-

Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах – 60 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы.

8.3.4 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от

мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются .

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 15.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Таблица 15 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений [17].

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности монитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности монитора	0,3 А/м
Напряженность электрического поля не должна превышать: Для взрослого пользователя	20 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

8.4 Режим труда

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на

неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках. В табл. 16 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ПЭВМ [17].

Таблица 16 – Время регламентированных перерывов при работе на компьютере.

Категория работы ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену			Суммарное время регламентируемых перерывов	
	Группа А	Группа Б	Группа В	8-ми часовая смена	12-ти часовая смена
	знаков	знаков	часов	минут	минут
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30	70
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50	90
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70	120

Примечание. Время перерывов дано при соблюдении указанных Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда требованиям Санитарных правил и норм время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

Все виды трудовой деятельности, связанные с использованием компьютера, разделяются на три группы:

группа А: работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ с предварительным запросом;

группа Б: работа по вводу информации;

группа В: творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой или организации специального помещения

для отдыха персонала с удобной мягкой мебелью, аквариумом, зеленой зоной и т.п.

8.5 Расчет освещенности

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения. Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ [21]:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 15 м^2 , ширина которой 5м, высота - 3 м. Воспользуемся методом светового потока [17].

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{3 \cdot n}, \text{ лм}$$

где F - рассчитываемый световой поток, лм;

E - нормированная минимальная освещенность, лк (определяется по таблице). Работу проектировщика, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет $E = 300$ лк;

S - площадь освещаемого помещения (в нашем случае $S = 15\text{ м}^2$);

Z - отношение средней освещенности к минимальной (принимается равным 1,1...1,2);

K - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение зависит от типа помещения и характера проводимых в нем работ и в нашем случае $K = 1,5$);

n - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (РС) и потолка (РП)), значение коэффициентов РС и РП были указаны выше: РС=40%, РП=60%. Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников.

Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{3 \cdot 5}{2,12 \cdot (3 + 5)} = 0,88,$$

где h - расчетная высота подвеса, $h = 2,12$ м;

A - ширина помещения, $A = 3$ м;

B - длина помещения, $B = 5$ м.

Зная индекс помещения [20, таблица 7] находим $n = 0,45$

Подставим все значения в формулу для определения светового потока F:

$$F = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,45} = 5500, \text{ лм}$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ40-1, световой поток которых составит $F = 3200$ лк.

Рассчитаем необходимое количество ламп в светильнике по формуле [20]:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} = \frac{5500}{3200} = 2, \text{ шт.}$$

где N - определяемое число ламп;

F - световой поток, F = 5500 лм;

Fл- световой поток лампы, Fл = 3200 лм.

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД. Каждый светильник комплектуется двумя лампами.

8.6 Расчет уровня шума

Одним из неблагоприятных факторов производственной среды в инженерном помещении проектировщиков является высокий уровень шума, создаваемый печатными устройствами, оборудованием для кондиционирования воздуха, вентиляторами систем охлаждения в самих ЭВМ. Для решения вопросов о необходимости и целесообразности снижения шума необходимо знать уровни шума на рабочем месте.

Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников [18]:

$$L = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n (10^{0.1 \cdot L_i}), \text{ дБ}$$

где L_i – уровень звукового давления i -го источника шума;

n – количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравниваются с допустимым значением уровня шума для данного рабочего места. Если результаты расчета выше допустимого значения уровня шума, то необходимы специальные меры по снижению шума. К ним относятся: облицовка стен и потолка зала звукопоглощающими материалами, снижение шума в источнике, правильная планировка оборудования и рациональная организация рабочего места оператора.

Уровни звукового давления источников шума, действующих на проектировщика на его рабочем месте представлены в табл. 17.

Таблица 17 – Уровни звукового давления различных источников.

Источник шума	Уровень шума, дБ
Жесткий диск	40
Вентилятор	45
Монитор	17
Клавиатура	10
Принтер	45
Сканер	42

Рабочее место проектировщика оснащено следующим оборудованием: винчестер в системном блоке, вентилятор(ы) систем охлаждения ПК, монитор, клавиатура, принтер и сканер.

Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу, получим:

$$L = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 40} + 10^{0,1 \cdot 45} + 10^{0,1 \cdot 17} + 10^{0,1 \cdot 10} + 10^{0,1 \cdot 45} + 10^{0,1 \cdot 42}) = 49,5, \text{ дБ}$$

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места проектировщика, равный 60 дБ [17]. И если учесть, что вряд ли такие периферийные устройства как сканер и принтер будут использоваться одновременно, то эта цифра будет еще ниже. Кроме того при работе принтера непосредственное присутствие проектировщика необязательно, т.к. принтер снабжен механизмом автоподачи листов.

8.7 Электробезопасность

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, от случайного прикосновения; устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением; применением специальных электрозащитных средств - переносных приборов и приспособлений. Защита от статического электричества ведется преимущественно по двум направлениям:

уменьшением генерации электрических зарядов и устранением уже образовавшихся зарядов.

Устранение зарядов статического электричества достигается, прежде всего, заземлением электрооборудования. Оно выполняется независимо от других средств защиты. Заземляющие устройства, предназначенные для отвода статического электричества, обычно объединяются с защитными заземляющими устройствами для электрооборудования.

Степень воздействия электротока на организм человека зависит от его величины и протяженности воздействия.

Сила тока зависит от величины приложенного напряжения и сопротивления участка тела. Сопротивление участка тела складывается из сопротивления тканей внутренних органов и сопротивления кожи. При расчете принимается $R=1000$ Ом.

По условиям электробезопасности детские дошкольные учреждения относятся к зданиям с особыми рисками, поскольку дети любопытны, и их поведение предсказать трудно. Чтобы оградить детей от поражения током, все части проводки – кабельные линии, выключатели, розетки, провода и т.д. должны быть надежно изолированы от доступа. Также требуется установка надежной аппаратуры защиты, которая будет срабатывать в случае риска. Современные распределительные устройства - панели ЩО 70, щиты вполне могут справиться с этой задачей.

Обязательными для установки в детских учреждениях являются устройства защитного отключения УЗО. Их монтаж выполняется в соответствии с требованиями новых ПУЭ, согласно которым УЗО устанавливаются в цепях электросетей общественных зданий, к которым относятся и детские дошкольные учреждения. Для защиты от перегрузок и сверхтоков помимо УЗО в сети устанавливаются автоматические выключатели и плавкие вставки.

8.8 Пожарная безопасность

Пожар на зданиях наносит большой материальный ущерб и очень часто сопровождается несчастными случаями с людьми.

8.8.1 Основными причинами, способствующими возникновению и развитию пожара, являются:

- нарушений правил применения и эксплуатации приборов и оборудования с низкой противопожарной защитой, неисправность оборудования;

- неосторожное обращение с огнем (сварочные работы, курение в пожароопасной зоне).

В соответствии с Положением о государственном пожарном надзоре функции государственного пожарного надзора в стране возложена на ГУГПС и его периферийные органы.

В системе общегосударственных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности профилактика занимает ведущее место. Пожарная безопасность предусматривает комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Пожарная безопасность предусматривает: хранение, транспортировку и содержание на рабочих местах огнеопасных жидкостей и растворов только в закрытых емкостях, обеспечение успешной эвакуации людей из сферы пожара. Мероприятия по предупреждению пожара состоят из организационных, технических ремонтных и эксплуатационных правил.

Запрещается курение в неотведенных для этого местах.

Противопожарная подготовка работников состоит из противопожарного инструктажа (первичного и вторичного) и занятий по программе пожарно-технического минимума.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ, наличие пожарной лестницы. Проезды и подъезды к пожарным

водоисточникам, а также подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными.

8.8.2. К первичным средствам при тушении пожара относятся пожарные стволы, пожарные краны, пожарные рукава, ящики с песком и так же огнетушители – устройство для гашения пожаров огнегасящим веществом. Огнетушители подразделяются:

- 1) по подвижности (ручные до 10 л, передвижные и стационарные);
- 2) по огнетушащему составу а).углекислотные (СО₂) до 10000 Вольт;
б).химическипенные ОХП-5, ОХП-10(водные растворы кислот и щелочей);
в).хладоновые (хладоны 114В2 и 13В1) до100 Вольт; г)порошковые (ПС,ПСБ-3,ПФЮ,П-1А,СИ-2,ОП-10,ОП-50,ОП-100) Ручной пожарный инструмент для раскрывания и разбирания конструкций и проведения аварийно-спасательных работ при гашении пожара: крюки, ломы, топоры, ведра, лопаты, ножницы для резания металла, песок. Инструмент размещают на видном и доступном месте на стендах и щитах.

На поверхности транзитных и сборных воздуховодов для увеличения их огнестойкости до 0,5 часа наносится вспучивающее огнезащитное покрытие “Файрекс 300” S=4.

В проектируемом здании детского сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края установлены порошковые огнетушители типа ОП-10,ОП-50 и в венткамерах установлены углекислотные огнетушители.

Согласно НПБ105-03 категории помещений в детском саду следующие:

Кладовая инвентаря (спорт зала) – В1

Кладовая инвентаря (музыкального зала) – В1

Гладильная – Г

Кладовая чистого белья – В1

Кладовая сыпучих продуктов (пищевых) - В4

Кухня (горячий цех) – В4

Кладовая овощей (пищевых) - В4

Кладовая мяса (пищевых) – В4

8.8.3. Противопожарные профилактические мероприятия. Профилактические противопожарные мероприятия могут быть подразделены на следующие группы:

- Устранение причин пожаров. К этой группе относятся меры по надлежащему выбору, устройству и обслуживанию отопительных и вентиляционных установок, силовой и осветительной электросети и электрооборудования.

- Локализация очагов пожара, т.е. меры против распространения возникшего пожара. К ним относятся, преимущественно, проектно-строительные меры, связанные с планировкой и расположением помещений в проектируемом здании.

- Обеспечение эвакуации людей и имущества из горящего здания. Эти меры должны обеспечить рациональное размещение и достаточную, согласно нормам, пропускную способность выходов и лестниц.

- Развертывание тактических действий по тушению пожара. Эти меры включают правильное проектирование и устройство автомобильных и других подъездных дорог и подходов к пожарным водоемам, устройство наружных пожарных лестниц. Компановка детского сада выполнена с учетом обеспечения безопасной эвакуации персонала через выходы в случае возникновения пожара. В соответствии со СНИП 11-2-80 выходы считаются эвакуационными, если они ведут: из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно на лестничную клетку, имеющую самостоятельный выход наружу или через вестибюль; из одного помещения в соседние, обеспеченные перечисленными выходами.

Ширина эвакуационных дверей должна быть не менее 800 мм; высота дверей и проходов на путях эвакуации не менее 2-х метров. В здании должно быть не менее двух эвакуационных выходов.

8.9 Оценка воздействия на окружающую среду при монтаже отопления и вентиляции

Вид намечаемой деятельности – монтаж отопления и вентиляции в детском саду в п. Зеленая Дубрава Алтайского края.

Холодное и горячее водоснабжение предусматривается от существующих внутриквартальных сетей, потребный напор воды у потребителей обеспечивается напором в наружных сетях. Сети горячего водоснабжения – кольцевыми с циркуляцией по магистралям и стоякам. Вентиляция помещений предусматривается через вытяжные каналы кухонь и санузлов. Вентиляция игровых помещений приточно-вытяжная, вытяжка естественная.

8.9.1 Использование территории, воздействие на почвы и растительность

Предусматривается установка контейнеров для сбора мусора уличного и ТБО.

Твердые бытовые отходы и мусор уличный (смет с территории) будет временно размещаться в стандартном металлическом контейнере на специально оборудованной площадке. По мере накопления, отходы предполагается вывозить с территории Объекта на полигон ТБО г. Рубцовска.

При производстве строительно-монтажных работ освещение будет выполняться переносными лампами накаливания, хозяйственная вода – привозная, вентиляция – естественная (окна, двери). На время отсутствия централизованного канализования объекта будет установлен биотуалет.

8.9.2 Шумозащита при строительстве объекта

При организации строительно-монтажных работ объекта необходимо осуществлять мероприятия, направленные на устранение (или уменьшение)

негативного воздействия на окружающую среду. Размещение временных подъездных путей, складских площадок, временных сооружений необходимо производить с соблюдением оптимальной организации движения транспорта. Территория площадки обязательно должна быть ограждена и освещена по периметру. При строительстве объекта будут предусмотрены решения по снижению уровня шума, а также другие технические решения, которые полностью исключают воздействие Объекта на окружающую среду.

8.9.3 Воздействие на атмосферный воздух.

При монтаже отопления, водоснабжения и вентиляции осуществляются сварочные, окрасочные работы, резка трубопроводов пропановым резаком.

Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферу при производстве строительно-монтажных работ являются:

сварочные работы – железа оксид, марганец и его соединения, фтористые газообразные соединения;

окрасочные работы – ксилол, уайт-спирит, взвешенные вещества;

газорезка – железа оксид, марганец и его соединения, азота диоксид, окись углерода.

Все выбросы осуществляются как неорганизованные. Расчет рассеивания от сварочных работ, газорезка и окрасочных работ не целесообразен, т.к. работы являются нестационарными (передвижными) источниками (источник условный).

8.10 Выводы по безопасности.

В данном разделе дипломной работы были изложены требования к рабочему месту инженера - проектировщика. Созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. На основании изученной литературы по данной проблеме был проведен выбор системы и расчет оптимального освещения помещения проектировщика, а также расчет уровня шума на рабочем месте. Соблюдение условий, определяющих оптимальную

организацию рабочего места инженера - проектировщика, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня, повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда проектировщика.

9 АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕМ ЗДАНИЯ

9.1 Описание оборудования узла учета

Учет тепловой энергии в области теплоснабжения лежит в основе энергосберегающих мероприятий. Процедура учета тепловой энергии необходима для обеспечения цивилизованной формы расчетов за потребляемую тепловую энергию между потребителем и поставщиком. Случается так, что расчетное потребление превышает фактическое. Это связано с тем, что энергоснабжающие организации при расчете тепловых схем завышают значения тепловых нагрузок, списывая на потребителей дополнительные расходы. Избежать подобных ситуаций поможет установка приборов учета тепловой энергии.

Согласно правилам учета тепла, в узле учета потребления тепловой энергии и расхода теплоносителя должны определяться и регистрироваться следующие основные параметры:

- время работы приборов узла учета;
- количество полученной тепловой энергии;
- качественные параметры теплоносителя (температура и давление) в системе отопления, полученного по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу;
- количество теплоносителя полученного по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу;
- среднечасовую и среднесуточную температуру теплоносителя ГВС в подающем и обратном трубопроводах узла учета.

В системах теплоснабжения, подключенных по независимой схеме, дополнительно должно определяться количество теплоносителя, расходуемого на подпитку системы. В открытых системах теплоснабжения дополнительно определяются количество теплоносителя, израсходованного

на водоразбор в системах ГВС и среднечасовое давление теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах узла учета.

Среднечасовые и среднесуточные значения параметров теплоносителя как в ручном, так и в автоматическом режиме, определяются на основании показаний приборов, регистрирующих параметры теплоносителя. Количество тепловой энергии и теплоносителя, полученные потребителем, определяются энергоснабжающей организацией на основании показаний приборов узла учета.

9.2 Устройства автоматизированного теплового пункта

Отопление и горячее водоснабжение дошкольного учреждения возможно оптимизировать путем устройства автоматизированного теплового пункта. Принципиальная схема автоматизированного теплового пункта здания представлена на рис. 2. В состав такого теплового пункта должны входить приборы для измерения, вычисления и передачи следующих параметров:

Для системы отопления:

- температура и давление теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе системы отопления;
- расход воды в подающем трубопроводе системы отопления;
- расход воды на подпитку системы отопления;
- количество тепловой энергии, переданной зданию.

Для системы горячего водоснабжения:

- температура и давление в подающем и обратном трубопроводе;
- расход воды на входе теплообменников ГВС;
- расход воды в обратном трубопроводе;
- количество переданной тепловой энергии;
- расход воды на подпитку системы горячего водоснабжения.

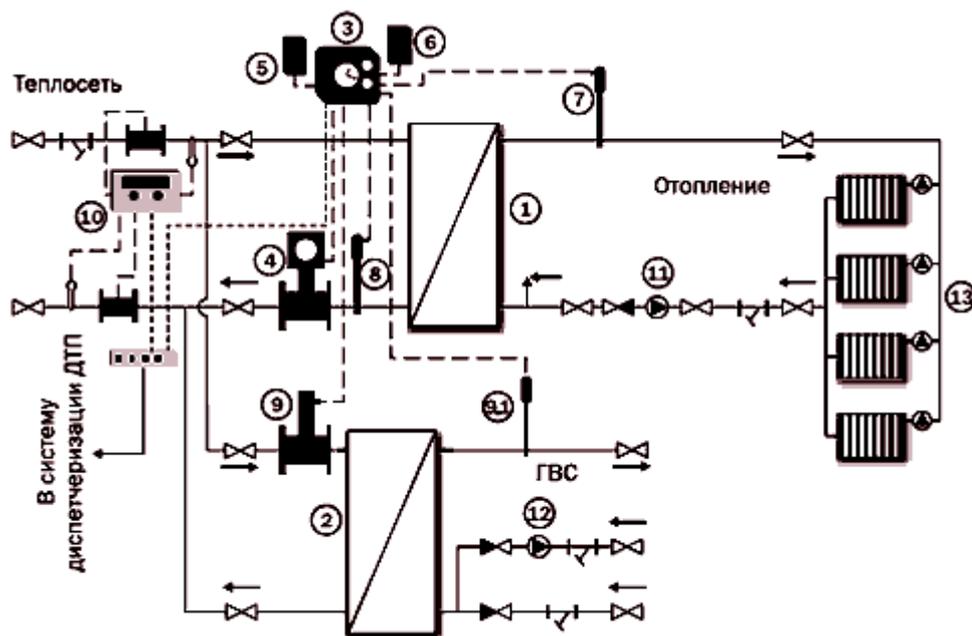


Рисунок 2 - Принципиальная схема автоматизированного теплового пункта:

1 – теплообменник системы отопления; 2 – теплообменник системы ГВС; 3 – электронный контроллер системы отопления; 4 – клапан с электроприводом, регулирующий подачу теплоносителя для нагрева воды системы отопления; 5 – датчики температуры внутреннего воздуха; 6 – датчик температуры наружного воздуха; 7 – датчик температуры теплоносителя в подающей магистрали; 8 – датчик температуры воды в обратной магистрали; 9 – клапаны прямого действия, регулирующие подачу теплоносителя для нагрева воды ГВС; 10 – узлы учета тепловой энергии; 11 – циркуляционный насос системы отопления; 12 – циркуляционный насос системы ГВС; 13 – отопительные приборы (радиатор, система теплого пола, полотенцесушители и др.

Данные системы (автоматизации и диспетчеризации) позволяют при относительно низких денежных затратах обеспечить высокое качество климатических условий отапливаемых помещений и снизить расходы на эксплуатацию за счет уменьшения энергопотребления и повышения надежности работы оборудования. Ценность такой системы в том, что заказчик в дальнейшем сам сможет эксплуатировать такой объект. И

стоимость такой системы стоит рассматривать не только стоимостью ее установки, но и стоимостью системы с учетом ее эксплуатации в течение 6 – 10 лет, потому что именно такой срок безотказной работы гарантируют производители, что подтверждается опытом эксплуатации подобных объектов. Если грамотно подходить к реализации поставленных задач, то можно значительно экономить тепловую энергию за счет эффективного использования самой тепловой энергии и установок. Такая экономия тепловой и электрической энергии снижает себестоимость эксплуатации здания, поскольку расчет с поставщиком тепла и электрической энергии ведется по факту ее использования. При корректной эксплуатации и использования систем автоматического управления, возможно снижение расхода тепла на 10–20 % и таким образом достижение экономии эксплуатационных расходов.

9.3 Выбор схемы регулирования объекта

Для того чтобы учесть потребление тепловой энергии, которое может учитывать также потребление горячей воды (ГВС), необходимо знать несколько параметров, главными из которых являются расход воды и ее температура.

Существуют два основных типа систем теплоснабжения: закрытые (замкнутые), в которых сетевая вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель, и из сети не разбирается; и открытые (разомкнутые), в которых сетевая вода частично (редко полностью) разбирается у абонентов на нужды горячего водоснабжения.

Поскольку в данной работе используется закрытая система теплоснабжения, рассмотрим схему автоматизированного учета тепла в закрытой системе теплоснабжения. На рис. 3 изображена схема узла учета с обозначением основных элементов.

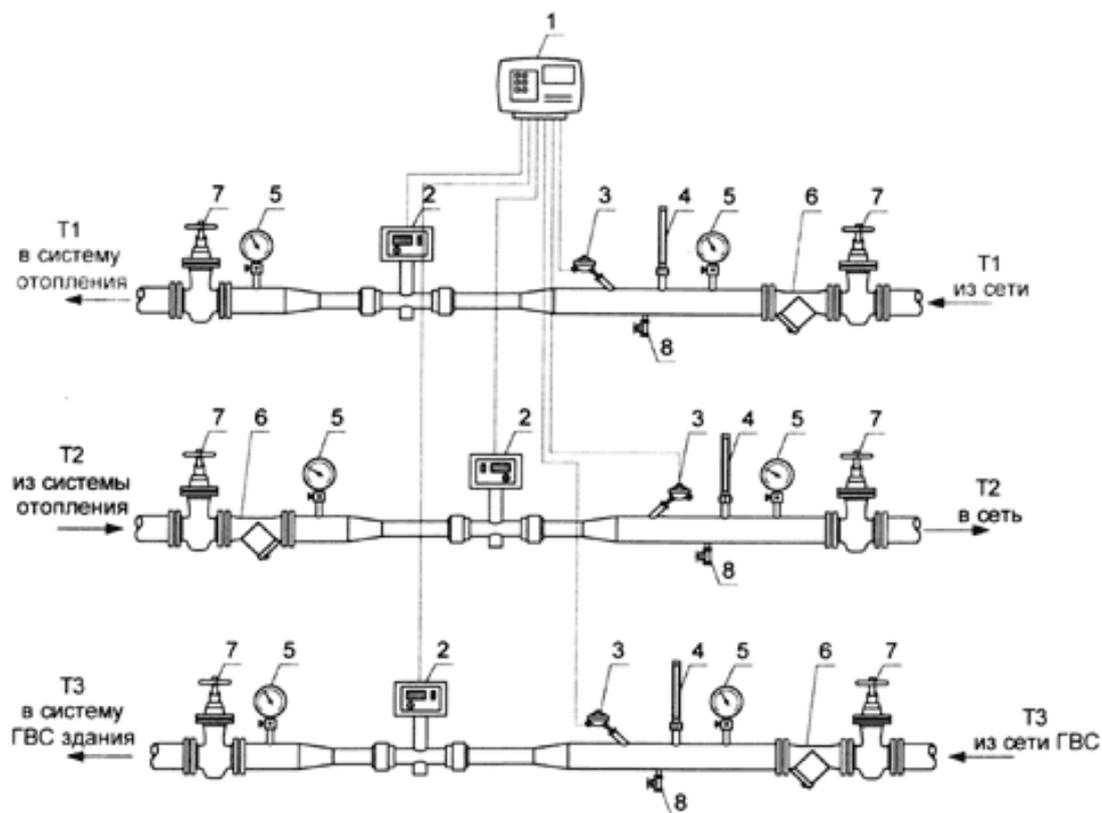


Рисунок 3 - Стандартная схема узла учета тепла

Обозначения схемы узла учета тепловой энергии:

1. Теплосчетчик.
2. Первичный преобразователь расхода.
3. Датчики температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах.
4. Термометр в защитной оправе.
5. Манометр.
6. Фильтр сетчато-магнитный.
7. Задвижка.

9.4 Выбор средств измерения и аппаратуры для схемы узла учета тепловой энергии

На отечественном рынке представлен большой спектр тепловычислителей отечественных и зарубежных производителей. Наиболее популярными среди отечественных моделей теплосчетчиков являются СПТ-941, -941К, -942К, -943, -961, -961М, -961К, -9943 (ЗАО НПФ «Логика», г. Санкт-Петербург), ТЭМ-104, -05М, -05М-3, -05М-1, -106 (ООО НПФ «ТЭМ-прибор», г. Москва), Метран-300ПР (Завод ПГ «Метран» г. Челябинск) и др.

В данной работе выбираем тепловычислитель СПТ-961, предназначенный для открытых и закрытых систем теплоснабжения, который способен обслуживать одновременно пять трубопроводов с водой, конденсатом, перегретым паром, сухим или влажным насыщенным паром.

Интегрированные функциональные возможности тепловычислителя обеспечивают комплексное решение широкого круга задач:

- коммерческий учет потребления тепловой энергии и массы воды, перегретого и насыщенного пара;
- контроль режимов теплоснабжения;
- организация систем диспетчеризации и контроля потребления тепловой энергии и теплоносителя.

Входными данными для тепловычислителя являются:

- температура в подающем и обратном трубопроводе;
- давление в подающем и обратном трубопроводе;
- расход в подающем и обратном трубопроводе.

Сигнал по температуре формируется при помощи первичного измерительного преобразователя (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленного по месту (термопара, датчик пирометра и т.д.). Термопреобразователи сопротивления: термопреобразователь сопротивления погружаемый НСХ 100М, класс допуска В, длина монтажной части 120мм. Тип прибора ТСМ-0193-02-120, в количестве 4 штук. ПГ «Метран» г.

Челябинск; термопреобразователь сопротивления погружаемый НСХ 100М, класс допуска В, длина монтажной части 120мм.

Так же на местах установлены приборы измерительные показывающие: измерительный прибор аналоговый, показывающий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5\%$. Выходной сигнал 4...20 мА. Первый канал шкала 0...150 °С, НСХ 100М. Тип А100-Н-211. ПГ «Метран» г. Челябинск; измерительный прибор аналоговый, показывающий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5\%$. Выходной сигнал 4...20 мА. Первый канал шкала 0...100°С, НСХ 50М. Тип А100-Н-221. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Сигналы от термопреобразователей сопротивления поступают на нормирующие преобразователи для формирования унифицированных сигналов постоянного тока (4...20мА): преобразователь измерительный, нормирующий НСХ 100М, диапазон измеряемых температур 0...150°С, выходной сигнал 4...20мА, класс точности 0,25. Тип Ш9321-3-09-0-1. ПГ «Метран» г. Челябинск; преобразователь измерительный, нормирующий НСХ 50М, диапазон измеряемых температур 0...100 °С, выходной сигнал 4...20 мА, класс точности 0,25. Тип Ш9321-2-08-0-1. ПГ «Метран» г. Челябинск.

При помощи преобразователя давления давление преобразуется в унифицированный токовый сигнал: преобразователь избыточного давления 0...1МПа, предел допускаемой основной погрешности 0,2% , выходной сигнал 4...20 мА. Тип Метран-43-Ех-ДИ-3141-01-0,2%-630 кПа-4...20 мА, в количестве 2 штук. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Сигнал поступает на вторичный преобразователь сигнала, блок питания с линейной характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение DIN, выходной сигнал 4...20 мА. Тип Метран-602-Ех-42-2-DIN, в количестве 2 штук. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Так же для измерения давления установлены приборы по месту: манометр, диапазон показаний 0...10 кгс/см², предел допускаемой основной

погрешности $\pm 1,5\%$. Тип МПЗ-У-10кгс/см²-1,5, в количестве 2 штук. АО «Манотомь» г. Томск.

Для измерения расхода методом переменного перепада давлений используется диафрагма (сужающее устройство): диафрагма камерная, условное давление 10 МПа, условный диаметр 150 мм. Тип ДКС-10-150 в количестве 2 штук. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Посредством измерительного преобразователя разность давлений преобразуется в унифицированный токовый сигнал: преобразователь разности давлений, аналоговый, предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,5\%$, верхний предел измерений 100 кПа, предельно допускаемое рабочее избыточное давление 6 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. Тип Метран-43Ф-ВН-ДД-3494-02-0,5%-100кПа-6МПа-4..20мА в количестве 2 штук. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Затем сигнал поступает на преобразователь расхода, блок питания с корнеизвлекающей характеристикой, напряжение питания 220В, климатическое исполнение DIN-43700, выходной сигнал 4...20 мА. Тип Метран-602-42-2-DIN. ПГ «Метран» г. Челябинск.

Затем со всех вторичных преобразователей (температуры, давления, расхода), сигналы поступают на тепловычислитель СПТ961. Поступающая на него информация регистрируется, показывается на табло. А затем дополнительно для хранения, учета и архивации поступает на персональный ЭВМ и блок ручного управления БРУ-22 ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары для световой сигнализации положения цепей и управления исполнительным механизмом МЭОФ-630/63-0,25Р-97 который перемещает положение шарового запорно-регулирующего крана на подаче из теплосети.

Для индикации положения задвижки используется дистанционный указатель положения выходного вала электрического исполнительного механизма с реостатным датчиком ДУП-М.

Таблица 18 - Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол-во
1а, 2а, 3а, 4а 12а	Термопреобразователь сопротивления погружаемый НСХ 100М, класс допуска В, длина монтажной части 120мм. ПГ «Метран» г. Челябинск	ТСМ-0193-02-120	4
1б	Измерительный прибор аналоговый, показывающий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5\%$. Выходной сигнал 4...20мА. Первый канал шкала 0...150 ⁰ С, НСХ 100М. ПГ «Метран» г. Челябинск	А100-Н-211	1
2б	Преобразователь измерительный, нормирующий НСХ 100М, диапазон измеряемых температур 0...150 ⁰ С, выходной сигнал 4...20мА, класс точности 0,25. ПГ «Метран» г. Челябинск	Ш9321-3-09-0-1	1
2в	Тепловычислитель. ПГ «Метран» г. Челябинск	Метран-300ПР	1
2г	Персональная ЭВМ.		1
14а	Блок автоматизированного управления. ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары	БАУ-22	1
2е	Пускатель реостатный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары	ПБР-3А	1
2ж	Механизм электроисполнительный однооборотный фланцевый с номинальным значением момента на валу 630Н·м, номинальное значение полного хода 10с, номинальное значение полного хода 0,25 об.. в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного вала; год разработки – 1997. ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары	МЭОФ-630/63-0,25Р-97	1
2и	Дистанционный указатель положения выходного вала электрического исполнительного механизма с реостатным датчиком. ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары	ДУП-М	1

3б	Измерительный прибор аналоговый, показывающий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5\%$. Выходной сигнал 4...20мА. Первый канал шкала 0...100 ⁰ С, НСХ 50М. ПГ «Метран» г. Челябинск.	А100-Н-221	1
4б	Преобразователь измерительный, нормирующий НСХ 50М, диапазон измеряемых температур 0...100 ⁰ С, выходной сигнал 4...20мА, класс точности 0,25. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Ш9321-2-08-0-1.	1
5а, 7а	Манометр, диапазон показаний 0...10 кгс/см ² , предел допускаемой основной погрешности $\pm 1,5\%$. АО «Манотомь» г. Томск.	МПЗ-У-10кгс/см ² -1,5	2
6а, 8а	Преобразователь избыточного давления 0...630кПа МПа, предел допускаемой основной погрешности 0.2%, выходной сигнал 4...20мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-42-Ех-ДИ-3141-01-0,2%-630кПа-4...20 мА	2
6б, 8б	Блок питания Метран-602-Ех с линейной характеристикой, напряжение питания 220В, климатическое исполнение DIN, выходной сигнал 4...20мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-602-Ех-42-2-DIN	2
9а, 10а	Диафрагма камерная, условное давление 0,6МПа, условный диаметр 125мм. ПГ «Метран» г. Челябинск.	ДКС-0,6-125	2
9б, 10б	Преобразователь разности давлений, аналоговый, предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,5\%$, верхний предел измерений 100кПа, предельно допускаемое рабочее избыточное давление 6МПа, выходной сигнал 4...20мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43Ф-ВН-ДД-3494-02-0,5%-100кПа-6МПа-4..20мА	2
9в, 10в	Блок питания Метран-602 с корнеизвлекающей характеристикой, напряжение питания 220В, климатическое исполнение DIN 43700, выходной сигнал 4...20мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-602-42-2-DIN	2

10 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель раздела определение финансовых затрат на проектирование систем отопления и вентиляции детского сада, капиталовложений и эксплуатационных затрат на содержание этих систем.

Планирование разработки проекта отопления и вентиляции здания детского сада в п. Зеленая Дубрава Алтайского края.

Выделим основные этапы выполнения проекта и определим время и количество человек, необходимые для выполнения каждой части. Оценка длительности в неделях каждой работы определена по данным проектного отдела ООО «Гидрострой» г. Томск. Результаты занесем в таблицу 19.

Таблица 19 – График выполнения проекта

№ п/п	Содержание работы	Оценка длительности в неделях	Потребная численность, человек
1	Ознакомление с исходными данными, изучение литературы по теме	1	3
2	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет потерь теплоты	1	2
3	Выбор и расчет системы отопления. Выбор и расчет количества и размеров отопительных приборов. Гидравлический расчет системы отопления	2	1
4	Выбор и расчет системы вентиляции, определение объемов местной вытяжки, выбор конструкций и расчет местных отсосов	2	1
5	Аэродинамический расчет систем вытяжной и приточной вентиляции	2	1
6	Выбор оборудования для систем вентиляции	1	2
7	Расчет и выбор воздушных завес	1	2
8	Обеспечение микроклимата в офисных помещениях	1	2
9	Разработка системы автоматизации	2	1
10	Разработка рабочих чертежей	3	2
11	Составление отчета	2	2

В выполнении проекта участвуют три человека: один – руководитель проекта, и двое – исполнители проекта.

Все работы начинаются друг за другом отображены на рисунке 10.1. По данным проектной организации ООО “Гидрострой” г. Томск.

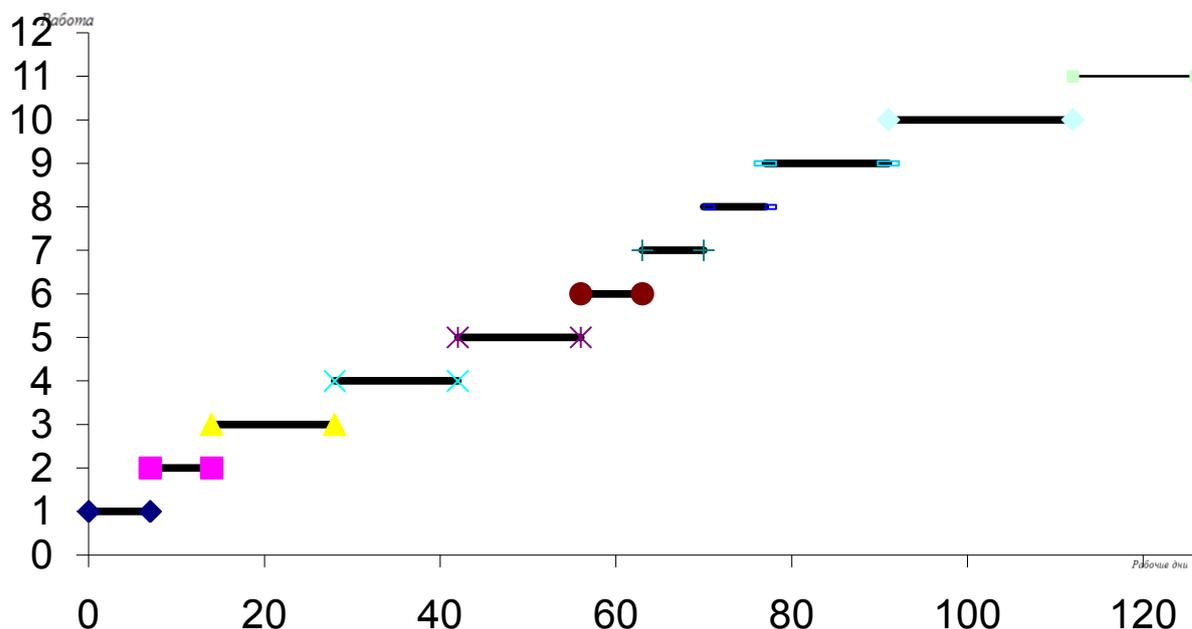


Рисунок 10.1 – Отображение работ по дням: 1. Ознакомление с исходными данными, изучение литературы по теме; 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет потерь теплоты 3. Выбор и расчет системы отопления. Выбор и расчет количества и размеров отопительных приборов. Гидравлический расчет системы отопления. 4 Выбор и расчет системы вентиляции, определение объемов местной вытяжки, выбор конструкций и расчет местных отсосов. 5 Аэродинамический расчет систем вытяжной и приточной вентиляции. 6 Выбор оборудования для систем вентиляции. 7 Расчет и выбор воздушных завес 8 Обеспечение микроклимата в офисных помещениях. 9 Разработка системы автоматизации 10 Разработка рабочих чертежей. 11 Составление отчета

Расчет затрат и договорной цены на проектирование

Состав текущих затрат: заработная плата, начисления на заработную плату, командировочные расходы, затраты на проектирование и конструирование изделий.

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой используются действующие рыночные цены, а так же данные производственных и научно-исследовательских подразделений.

Затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов).
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления на социальные нужды 30%.
4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов (компьютер).
5. Прочие затраты.

Материальные затраты

Этот раздел отражает стоимость, приобретенных со стороны, сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при проведении работ.

Основными затратами в этом разделе являются канцелярские товары, используемые при проведении расчетов (таблица 20).

Таблица 20 - Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб.
Бумага писчая	1000 листов	450
Бумага формата А1 для черновых чертежей	25 листов	750
Бумага формата А1 для чертежей	15 листов	1050
Краска для принтера	1 картридж	800
Прочее		300
Всего		3350

Затраты на оплату труда

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда; выплаты стимулирующего характера по системным положениям; выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда; оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков; оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия за выполнение ими работ по заключенным договорам.

При выполнении проекта заработная плата рассчитывается следующим образом:

Месячная заработная плата работника 15 разряда (руководителя) по данным проектной организации ООО “Гидрострой” г. Томск:

$$ЗП_{зпл}^{15} = (ЗП_{баз}) \cdot K_{район}$$

где $ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата, для работника 15 разряда

$$ЗП_{баз} = 13500 \text{ руб} / \text{мес} ;$$

$K_{район}$ - районный коэффициент.

$$ЗП^{15} = 13500 \cdot 1,3 = 17550 \text{ руб./мес.}$$

Месячная заработная плата работника 9-го разряда по данным ООО “Водяной” г. Томск:

$$ЗП^9 = ЗП_{баз} \cdot K_{район}$$

$$ЗП^9 = 6500 \cdot 1,3 = 8450 \text{ руб./мес.}$$

Всего затрат на оплату труда в месяц:

$$ЗП^{МЕС} = ЗП^{15} + ЗП^9 \cdot 2 = 17550 + 8450 \cdot 2 = 34450 \text{ руб./мес.}$$

Всего за время проведения работы (время работы над проектом 4,5 мес. по графику выполнения работ):

$$C_{ЗП}^{\Sigma} = ЗП^{МЕС} \cdot T = 34450 \cdot 4,5 = 155025 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля (30%) от затрат на оплату труда:

$$C_{СОЦ}^{МЕС} = 0,30 \cdot C_{ЗП}^{МЕС} = 0,30 \cdot 34450 = 10335 \text{ руб./мес.}$$

Всего за время проведения работы: $C_{СОЦ}^{\Sigma} = C_{СОЦ}^{МЕС} \cdot T = 10335 \cdot 4,5 = 46507,5$ руб.

Амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер) и печатающее устройство (принтер), таблица 21.

Таблица 21 - Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	3	90000	20%

Принтер	1	10000	20%
---------	---	-------	-----

Амортизационные отчисления найдем по формуле: $I_{AM} = \Phi \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12}$

где Φ - стоимость основных фондов;

H_{AM} - норма амортизации; $H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\%$

$$H_{AM} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$T_{сл}$ – срок службы; принимаем $T_{сл}=5$ лет (компьютер), $T_{сл}=5$ лет (принтер).

T - время использования основных фондов.

$$I_{AM}^{КОМП} = 90000 \cdot 0,20 \cdot \frac{4,5}{12} = 6750 \text{ руб.}$$

$$I_{AM}^{ПП} = 10000 \cdot 0,2 \cdot \frac{4,5}{12} = 750 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$I_{AM,ОСН}^{\Sigma} = I_{AM}^{КОМП} + I_{AM}^{ПП} = 6750 + 750 = 7500 \text{ руб.}$$

К нематериальным активам относятся нематериальные объекты, используемые в течении долгосрочного периода в хозяйственной деятельности и приносящие доход: патенты, лицензии, программные продукты.

При выполнении проекта используются следующие программные продукты: Microsoft Office 2010, AutoCAD 2010 Commercial SLM, Herz C.O. версия 3.59 (программа для гидравлического расчета системы отопления) (таблица 22).

Таблица 22 - Программные продукты, используемые при выполнении проекта

Вид продукта	Стоимость	Норма амортизации
Microsoft Office 2010	6000	25%
AutoCAD 2010 Commercial SLM	15000	
Herz C.O. версия 3.5	3000	

Амортизация нематериальных активов:

$$I_{AM}^{ПРОГ} = \sum C \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} = 6000 + 15000 + 3000 \cdot 0,25 \cdot \frac{4,5}{12} = 2250 \text{ руб.}$$

$$H_{AM} = \frac{1}{T_{ст}} \cdot 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

Суммарные амортизационные отчисления:

$$I_{AM}^{\Sigma} = I_{AM.ОСН}^{\Sigma} + I_{AM}^{ПРОГ} = 7500 + 2250 = 9750 \text{ руб.}$$

Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 20% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$C_{ПР} = 0,2 \cdot C_{МАТ} + C_{ЗПЛ}^{\Sigma} + C_{СОЦ}^{\Sigma} + I_{AM}^{\Sigma} = \\ = 0,2 \cdot 3350 + 155025 + 46507,5 + 9750 = 42926,5 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

В стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 80% от затрат на оплату труда.

$$C_{НР} = 0,8 \cdot C_{ЗП}^{\Sigma} = 0,8 \cdot 155025 = 124020 \text{ руб.}$$

Договорная цена

Договорная цена должна обеспечить получение прибыли, достаточной для отчисления средств в виде налогов и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня, а также для развития предприятия-разработчика и поощрения исполнителей.

Величина договорной цены должна устанавливаться с учетом эффективности, качества и сроков исполнения разработки на уровне, отвечающем экономическим интересам заказчика и исполнителя.

Договорная цена рассчитывается по формуле:

$$C_{д} = C_{пл} \cdot K_{пр}^H \cdot K_{рын}$$

где $C_{пл}$ – плановая себестоимость разработки:

$$C_{пл} = 3350 + 155025 + 46507,5 + 9750 + 42926,5 + 124020 = 381579 \text{ руб.};$$

$K_{пр}^H$ - коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность предприятия-разработчика, $K_{пр}^H = 1,1$;

$$C_{д} = 381579 \cdot 1,1 = 419736,9 \text{ руб.}$$

Время работы над проектом отопления и вентиляции производственного корпуса 4,5 мес.

Полученные результаты по всем пунктам занесем в таблицу 23.

Таблица 23 - Смета затрат по выполнению проекта

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
1 Материальные затраты	3350
2 Затраты на оплату труда	155025
3 Отчисления на социальные нужды	46507,5
4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов	9750
5 Прочие затраты	42926,5
6 Накладные расходы	124020
7 Итого себестоимость разработки	381579
8 Прибыль	38157,9
9 Договорная цена	419736,9

Таким образом, договорная цена в 419736,9 руб. обеспечивает получение прибыли в размере 38157,9 руб. При этом отчисления средств в виде налогов и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня составили 46507,5 руб.

Затраты на эксплуатацию системы вентиляции и отопления.

Годовые эксплуатационные затраты на эксплуатацию системы вентиляции и отопления включают в себя: амортизационные отчисления на отопление ($A_{от}$) и вентиляции ($A_{вент}$), затраты на отопление ($I_{отоп.}$) затраты на электроэнергию ($I_{элект.}$), затраты на заработную плату ($I_{з.п.}$), издержки на текущий ремонт системы отопления ($I_{тр.от}$) и вентиляции ($I_{тр.вент.}$), затраты на замену фильтров ($I_{пр}$).

Для системы отопления:

$$I_{отоп}^{год} = A_{от} + I_{отопл} + I_{з.п.} + I_{тр.от.}, \text{ руб/год}$$

Для системы вентиляции:

$$I_{вент}^{год} = A_{вент} + I_{элект} + I_{з.п.} + I_{тр.вент} + I_{пр}, \text{ руб/год}$$

Годовой расход теплоты на отопление:

$$Q_{уст} = 24 \cdot Q_o^{cp} \cdot \tau_o, \text{ Гкал/год},$$

где Q_o^{cp} – средний расход теплоты за отопительный период на нужды отопления=60,043кВт=0,052 Гкал/час [см. пункт 1.4 табл. 1]; τ_o – продолжительность отопительного сезона в сутках.

$$Q_{уст} = 24 \cdot 0,052 \cdot 236 = 294.52 \text{ Гкал/год}.$$

Годовой расход теплоты на вентиляцию:

$$Q_g^{год} = Q_g^{cp} \cdot \tau_o \cdot Z, \text{ Гкал/год},$$

$$Q_g^{год} = 236 \cdot 0,1118 \cdot 16 = 422.16 \text{ Гкал/год}$$

где Q_g^{cp} – средний расход теплоты за отопительный период на нужды вентиляции=130кВт=0,1118 Гкал/час [см. пункт 7]; τ_o – продолжительность отопительного сезона в сутках; Z – усреднённое за отопительный период число часов работы системы вентиляции в течение суток (при отсутствии данных принимается равным 16ч.).

Годовой расход электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{эл} = 365 \cdot N_i \cdot \tau_o, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где N_i – мощность всех вентиляторов [см. табл. 11], кВт; τ_o – продолжительность работы часов в сутки, ч;
 $\Xi_{эл} = 16 \cdot 3.325 \cdot 365 = 19418 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$.

По статье «амортизация» определяется размер амортизационных отчислений. Исходным материалом для определения затрат по данной статье является размер капиталовложений и действующие нормы амортизации. Наиболее точным способом определения капитальных затрат является сметно-финансовый расчёт.

Годовые амортизационные отчисления определяются как сумма отчислений от стоимости общестроительных работ и от стоимости оборудования с монтажом (руб./год):

$$A_{om} = \frac{\alpha_n^{об}}{100} K_{об} \text{ руб./год.}$$

Где $\alpha_n^{об}$ – норма амортизации оборудования с монтажом; для системы отопления принимается равной 3,4 %; для системы вентиляции равной 10,0 по данным бухгалтерии дет. сада.

1) Для системы отопления:

$$A_{om} = \frac{3,4}{100} \cdot 569747,37 = 19371 \text{ руб./год.}$$

где $K_{об}$ – стоимость оборудования для системы отопления с монтажом, руб.

По данным бухгалтерии дет. сада. Расчет представлен в таблице 24

Таблица 24 Расчет капитальных затрат на отопление с учетом монтажа.

Наименование затрат и работ.	Ед. измерения.	Кол-во	Стоимость	
			Единицы Руб.	Общая Руб.
Отопительные приборы	шт.	900	540	486000
Пробивка отверстий в кирпичных стенах для водогазопроводных труб вручную при толщине стен в: 3 кирпича	шт	4	2225	8900
Трубопроводы отопления из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб диаметром: 50 мм	100м	0,511	6390	3265,29
трубопроводы отопления из стальных	100м	0,3	3474	1042,2

водогазопроводных неоцинкованных труб диаметром: 20 мм				
трубопроводы отопления из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб диаметром: 32 мм	100м	1,19	4470	5319,3
трубопроводы отопления из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб диаметром: 40 мм	100м	4,112	5163	21230,26
трубопроводы отопления и водоснабжения из стальных электросварных труб диаметром: 80 мм	100м	0,22	11697	2573,34
трубопроводы отопления и водоснабжения из стальных электросварных труб диаметром: до 40 мм	100м	0,576	5656	3257,856
Трубопроводы отопления и водоснабжения из стальных электросварных труб диаметром: 80 мм	100м	0,158	11679	1845,282
Кран шаровой в - в размером 3/4"	шт	15	79,1	1186,5
Кран шаровой в - в размером 1 /2"	шт	10	53,8	538
Трубопроводы из медных труб на условное давление до _2,5 мпа: диаметр труб наружный, мм: 15	100м	0,195	1620	315,9
Трубопроводы из медных труб на условное давление до _2,5 мпа: диаметр труб наружный, мм: 22	100м	1,51	1620	2446,2
Трубы медные с внутренним антикоррозийным покрытием, отожженные, диаметр 15ММ	100м	11,5	47,5	546,25
Крепления для трубопроводов: кронштейны, планки, хомуты	кг	1	14,5	14,5
Арматура для медных труб. тройник переходной размером 22X15X22ММ	Шт.	28	15,6	436,8
Трубы медные с внутренним антикоррозийным покрытием, отожженные, диаметр 22ММ	м	151	76,1	11491,1
Арматура для медных труб. муфта диаметром 22ММ	шт	37	5,3	196,1
Арматура для медных труб. угол 1-РАСТРУБНЫЙ 90 град., диаметром 22ММ	шт	125	21,3	2662,5
Арматура для медных труб. муфта переходная	шт	10	22,6	226
Арматура для медных труб. отступ 2-РАСТРУБНЫЙ диаметром 22ММ	шт	126	129	16254
Итого				569747,37

Для системы вентиляции:

$$A_{\text{вент.}} = \frac{10}{100} \cdot 860140.4 = 86014,04 \text{ руб/год.}$$

где $K_{об}$ – стоимость оборудования для системы вентиляции с монтажом, руб.

По данным бухгалтерии дет. сада. Расчет представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет капитальных затрат на вентиляцию с учетом монтажа.

Наименование затрат и работ.	Ед. измерения.	Кол-во	Стоимость	
			Единицы Руб.	Общая Руб.
воздуховоды из листовой стали толщиной до 0,9 мм диаметром/периметром до: 495 мм /1550 мм	100 м2 поверхность и воздуховодов	0,51	404	206,04
воздуховоды из листовой, оцинкованной стали и алюминия класса н (нормальные) толщиной: 0,5 мм, периметром 800, 1000 мм	100 м2 поверхность и воздуховодов	0,81	22383	18130,23
воздуховодов из листовой, оцинкованной стали и алюминия класса н (нормальные) толщиной: 0,6 мм, диаметром до 355 мм	100 м2 поверхность и воздуховодов	0,379	19083	7232,457
воздуховодов из листовой, оцинкованной стали и алюминия класса н (нормальные) толщиной: 0,7 мм, периметром от 1100 до 1600 мм	100 м2 поверхность и воздуховодов	0,907	21880	19845,16
воздуховодов из листовой, оцинкованной стали и алюминия класса н (нормальные) толщиной: 0,7 мм, периметром до 2400 мм	100 м2 поверхность и воздуховодов	1,52	22,031	33,48712
Клапан расхода D 306*306	шт	14	352	4928
Вентилятор радиальный массой: до 0,05 т	шт	15	119	1785
Вентилятор 125 С	шт	8	343	2744
Вентилятор канальный RFD 600*350-4	шт	2	40692	81384
Вентилятор канальный RFE 600*350-4	шт	3	41763	125289
Вентилятор канальный RFD 700*400-4	шт	1	59967	59967
Вентилятор канальный CF 250 S	шт	1	7080	7080
Вентилятор канальный CF 315S	шт	2	9780	19560
вставки гибкие к радиальным вентиляторам	м ²	1,08	201	217,08
решетка наружная	шт	3	57	171
Решетки жалюзийные неподвижные штампованные размером 150X490 мм	шт	2	28,3	56,6
Наружная решетка SA 600*300	шт	3	1775	5325
Наружная решетка SA 700*400	шт	1	1252	1252
решеток жалюзийных площадью в свету: 0,5 м2	шт	20	57	1140
Решетки регулирующие марка PP-4, размер 200X400 мм	м ²	0,24	1041	249,84
Решетка настенная двухрядная 2 WA 300*150	шт	3	415	1245
Решетка настенная однорядная 1 WA 300*300	шт	20	434	8680
заслонка воздушная и клапанов воздушных квр с электрическим или пневматическим приводами периметром: до 2400 мм	шт	5	1960	9800
Клапаны воздушные регулирующие прямоугольного сечения с электрическим приводом МЭО-16/63-0.25P-82 квр 400*800	шт	2	1898	3796
Клапан воздушный SHUFT DR 600*300	шт	3	3828	11484
Воздушный клапан SHUFT DR 700*400	шт	1	4903	4903

Электропривод с возвратной пружиной	Шт	1	5576	5576
Калориферы пластинчатые стальные, марка: КВБ4-П-01, площадь поверхности теплообмена 16,3 м2	Шт	3	3706	11118
Водяной нагреватель WHR 600*350-3	Шт	2	10968	21936
Водяной нагреватель WHR 600*350-2	Шт	2	12991	25982
Водяной нагреватель WHR 700*400-2	Шт	1	13120	13120
Фильтры воздушные (сухие) ФР-4 с объемным фильтрующим материалом ФРНК-1 производительностью до 10 тыс. М3/ЧАС	Шт	3	4039	12117
Фильтры (корпус) для прямоугольных воздухопроводов (арктос) флр 600X35	Шт	2	1505	3010
Фильтры (материал) мешочные для флр (POLAR BEAR) EU3 600X350	Шт	1	1771,7	1771,7
Фильтры (корпус) для прямоугольных воздухопроводов (арктос) флр 700X400	Шт	1	1257	1257
глушителей шума вентиляционных установок	Шт	2	1257	2514
Пластины шумопоглощающие для систем вентиляции и кондиционирования воздуха из листовой горячекатаной и тонколистовой оцинкованной стали при звукопоглощающем материале из супертонкого волокна бст марки 111: марка пластины ППЗ-2, ВПЗ-2, сечение 400*500 мм	Шт	1	1225	1225
Шумоглушитель SRr 600*350/1000	Шт	1	4021	4021
Вентиляторы крышные вкр: 4.0001А, тип электродвигателя АИР71А6	комплект	1	30628	30628
Смесительный узел MST 80-6,3	шт	2	35490	70980
Смесительный узел MST 60-6,3	шт	2	27398	54796
Выключатель автоматический трехполюсный 16А АЕ2056		1	235	235
Выключатель автоматический трехполюсный 25А АЕ2056 шт		3	235	705
Термостат защиты от замерзания NTF-1P		3	3355	10065
Датчик давления DPS 500, 250 в, 1 а, диапазон 50-500 па		3	1009	3027
Канальный датчик температуры ETF-1144/99-NTC		3	1032	3096
Плавный регулятор скорости МТУ 2,5м		2	1849	3698
Шкаф (пульт) управления		2	49165	98330
Шкаф управления АБК-ВПП-3-3,0-П230-Н1		1	59747	59747
Пульт управления приточной установкой ARS-121		4	1807	7228
Кабель двух-четырёхжильный в помещениях с нормальной средой сечением жилы до 10 мм2	100м	5	1105	5525
Кабель с медными жилами в изоляции из пвх пластиката, с промежуточной оболочкой из резиновой смеси, с наружным покровом из пвх пластиката, не поддерживающего горение NYM 3X1,5 MM5	1000м	0,2	15457	3091,4
Кабель с медными жилами в изоляции из пвх пластиката, с промежуточной оболочкой из резиновой смеси, с наружным покровом из пвх пластиката, не поддерживающего горение NYM 3X2,5 MM6	1000м	0,2	23237	4647,4
Кабель NYM 5*1,5	м	100	41,9	4190
Итого	руб.			860140,4

Годовые затраты на потреблённое тепло:

$$I_{отоп} = Q_{отоп}^{год} + Q_{вент}^{год} \cdot Ц_{от}, руб/год$$

где $\Pi_{от}$ – цена (тариф) одной Гкал/час централизованного теплоснабжения для организаций согласно приказу ДТриГЗ ТО (тариф действуют с 01.10.2013г.) 1027,47 руб. [<http://tomsk.tgk11.com/pages/4>].

$$I_{отоп} = 294.52 + 422.16 \cdot 1027.47 = 736367.2 \text{ руб/год}$$

2) Годовые затраты на электроэнергию:

$$I_{элек} = N_{эл} \cdot h_{уст} \cdot K_{эл} \cdot \Pi_{э} \text{ руб/год.}$$

где $N_{эл}$ – удельная установленная мощность электродвигателей, кВт/Гкал/час; [5]; $K_{эл}$ – коэффициент использования установленной мощности электродвигателей (0,6), [5]; $\Pi_{э}$ – цена (тариф) одного кВт·час. Согласно приказу департамента тарифного регулирования томской области от 28.03.2014 №–8/40 [http://www.ensb.tomsk.ru/upload/iblock/687/myr8_40%20fuh%2028.03.2014.pdf].

$$I_{элект} = 3.325 \cdot 5667 \cdot 0,6 \cdot 2.7 = 30525.3 \text{ руб/год.}$$

3) Годовые затраты на заработную плату.

По статье «заработная плата с начислениями» подсчитывается основная и дополнительная заработная плата с начислениями только эксплуатационного персонала. Определяются по формуле:

$$I_{з.п} = n \cdot Z_{ср.з.оклад} (1 + K_{прем} KPK + I_{соц}) \text{ руб/мес.}$$

где $Z_{ср.з.год}$ – среднегодовая заработная плата оклад 30000 (руб./чел)/мес; $K_{прем}$ – коэффициент премий 5% к окладу; KPK – районный коэффициент 1,3. $I_{соц}$ социальные отчисления 30% от $Z_{ср.з.оклад} (1 + K_{прем} KPK) = 40950$ (руб./чел)/мес

$$I_{з.п} = 2 \cdot 30000 (1 + 0,05 \cdot 1,3 + 12285) = 106470 \text{ руб/ мес.}$$

(12285 руб./чел)/год социальные отчисления в размере 30%))

За 12 месяцев $I_{з.п} = 106470 \cdot 12 = 1\,277\,640 \text{ руб/ мес}$

4) Годовые затраты на текущий ремонт приняты равными 90 % от затрат на амортизацию оборудования [По данным дет. сада]:

$$I_{m.p} = 0,9 \cdot I_a \text{ руб./год.}$$

Тогда для системы отопления:

$$I_{m.p.от} = 0,9 \cdot 19371 = 17433,9 \text{ руб./год.}$$

Для системы вентиляции:

$$I_{m.p.от} = 0,9 \cdot 86014,014 = 77412,6 \text{ руб./год.}$$

5) Прочие издержки

Расходы на замену фильтров системы отопления:

$$I_{np.} = \frac{C_{фил.} \cdot 365}{\tau_{рег.}} \text{ руб}$$

где $C_{фил.}$ – цена фильтра, руб.; $\tau_{рег.}$ – периодичность замены фильтрующего элемента, дней.

$$I_{np.} = \frac{750 \cdot 365}{150} = 1825 \text{ руб.}$$

Расходы на замену фильтров системы вентиляции:

$$I_{np.} = \frac{C_{фил.} \cdot 365}{\tau_{рег.}} \text{ руб}$$

где $C_{фил.}$ – цена фильтра, руб.; $\tau_{рег.}$ – периодичность замены фильтрующего элемента, дней.

$$I_{np.} = \frac{5 \cdot 350 \cdot 365}{150} = 4258,3 \text{ руб.}$$

Тогда годовые эксплуатационные затраты на системы отопления и вентиляции составляют:

для системы отопления по формуле:

$$I_{отоп}^{год} = A_{от} + I_{отопл} + I_{з.л.} + I_{тр.от.} + I_{np.}, \text{ руб./год}$$

$$I_{отоп}^{год} = 19371 + 736367,2 + 1277640 + 17433,9 + 1825 = 2\,052\,637,1 \text{ руб./год}$$

для системы вентиляции по формуле:

$$I_{вент}^{год} = A_{вент} + I_{элект} + I_{з.л.} + I_{тр.вент} + I_{np.}, \text{ руб./год}$$

$$I_{\text{год}} = 86014 + 30525,3 + 1277640 + 77412,6 + 4258,3 = 1\,475\,850,2 \text{ руб./год}$$

В результате выполненных расчетов установлено, что суммарные затраты на эксплуатацию системы вентиляции и отопления составляют 3528487,3 руб./год. Из них 2052637,1 руб./год приходится на систему отопления, на вентиляцию 1475850,2 руб./год. Основная доля затрат в системе отопления приходится на оплату тепловой энергии в размере 736367,2 руб/год. В системе вентиляции в связи с высокой стоимостью вентиляционного оборудования основные издержки приходятся на амортизационные отчисления 86014. Также значительны затраты на оплату труда эксплуатационному персоналу в размере 1277640 руб/год на каждую систему.

Заключение

В ходе проведения настоящей работы, были рассчитаны теплотери для всех помещений выбранного здания, которые составили 60кВт. Рассмотрены потери тепла на нагревание инфильтрирующегося воздуха проникающего через неплотности оконных блоков только для 1 и 2 этажа (0.3кВт). На основании найденных величин осуществлен подбор отопительных приборов для всех помещений. К установке приняты алюминиевые радиаторы Global VOX (145 Вт). В помещениях раздевалок установлены гладкие регистры, состоящие из четырех труб, общей длиной 4 м и диаметром 57мм.

Выбрана для проектирования горизонтальная двухтрубная система отопления с нижней разводкой и тупиковым движением теплоносителя. Рассчитаны гидравлические и местные сопротивления для нахождения величины потери давления в системе. На основании найденной величины подобраны циркуляционные насосы. К установке принято 2 циркуляционных насоса фирмы Grundfos модель Magna 25-60.

В помещениях групповых и спален первого этажа запроектирована система напольного отопления с параметрами теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе соответственно 50-40°C. Рассчитаны расход теплоносителя в системе теплого пола ($1,3\text{м}^3/\text{ч}$) и гидравлические сопротивления (0,2бар). По найденным величинам подобран циркуляционный насос фирмы Grundfos модель UPE 25-40 180.

Был рассчитан воздухообмен в помещениях здания, проведен аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем. Подобрано оборудование для приточных и вытяжных установок. В рассматриваемом проекте для удаления воздуха в помещениях предусмотрена естественная вытяжная вентиляция. Отдельные системы вытяжной механической вентиляции предусматриваются для пищеблока, моечной, холодильного цеха – В1. Механическая приточная вентиляция выполнена для помещений: пищеблока, моечной – П1, холодильного цеха, прачки, гладильной – П2.

Список литературы

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. ч1. Отопление/В.Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г.Старовойрова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие/ Под ред. В.В. Порецкий, И.С. Березович, Г.И. Стомахина. – М.: Пантори, 2003. – 308с.: ил.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 3. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
4. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».
5. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
6. Андреевский А. К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 "Теплогазоснабжение и вентиляция"]/Под ред. М. И. Курпана. – 2-е изд., перераб. И доп. – Мн.: Высшая школа, 1982. – 364 с., ил.
7. Архитектурные конструкции З.А.Казбек-Казиев, В. В. Беспалов, Ю. А. Дыховичный и др. Учеб. для вузов по спец. Архитектура.-М.: Высш. шк., 1989. – 342 с.: ил.
8. Кострюков В.А. Примеры расчета по отоплению и вентиляции. Часть II, вентиляция. – Москва, 1966. – 188с.

9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч2. 8. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р. В., Кореневский С. М. ч1. Отопление. Изд-во "Будтвельник", 1968 г.
10. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
11. СНиП 2.04.05.91 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой СССР. – М.: ГУП ЦПП, 1991.
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 3. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 4. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
14. СНиП 23-01-99 Строительная климатология /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999.
15. СНиП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999.
16. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1987.
17. СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1985.
18. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1993.

Conclusion

In the course of this work, the heat losses were calculated for all areas of the selected buildings that made up 60kW. Considered heat loss in heating infiltrating air penetrating through leaks window units only for 1 and 2 floors (0.3kVt). Based on the determined values of the selection done heaters for all rooms. To install adopted aluminum radiators Global VOX (145 W). In locker rooms fitted smooth registers consisting of four pipes with a total length of 4 m and a diameter of 57mm.

Selected for the design of horizontal two-pipe heating system with lower wiring and dead-end movement of the coolant. Calculated hydraulic resistance and to find local pressure loss in the system. Based on the detected values chosen circulators. To install 2 made a Grundfos circulation pump model Magna 25-60.

In areas of group and first floor bedrooms is designed underfloor heating system with coolant parameters in the flow and return pipes respectively 50-40 ° C. Calculated water flow in the system of floor heating (1.3 m³/h) and hydraulic resistance (0.2 bar). For the resulting values matched the Grundfos circulator model UPE 25-40 180.

Was calculated ventilation in the building premises conducted aerodynamic calculation of intake and exhaust systems. Matched equipment for intake and exhaust systems. Under the project to remove indoor air provided natural ventilation. Separate exhaust mechanical ventilation system provides for the nutrition unit, washing, refrigeration plant - B1. Mechanical ventilation is performed for Improvement: nutrition unit, washing - P1, refrigeration plant, laundresses and ironing - P2