

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект отопления и вентиляции жилого комплекса со встроенными административными помещениями в г. Кемерово УДК <u>697.1.002+697.9.002</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Молодежникова Лидия Иосифовна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.	к. т. н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Петуховой Ольге Александровне

Тема работы:

Проект отопления и вентиляции жилого комплекса со встроенными административными помещениями в г. Кемерово

Утверждена приказом директора (дата, номер) № 3778/с от 25.05.2016г.

Срок сдачи студентом выполненной работы: 09.06.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объект исследования жилой комплекс с административными помещениями в г. Кемерово.

Особые требования к данному объекту:

-оказание негативного воздействия на окружающую среду;

-пожаробезопасность;

-возникновение чрезвычайных ситуаций.

Оценка экономической эффективности.

Анализ на основе двух типов радиаторов.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Разработка проекта по отоплению и вентиляции жилого комплекса со встроенными административными помещениями.</p> <p>Проработка вопросов по разделу «Социальная ответственность»</p> <p>Оценка и анализ к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».</p> <p>Выводы к ВКР</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>A1-4. План размещения оборудования на отм.0.00;</p> <p>АксонOMETрическая схема системы отопления стояков 6-20;</p> <p>Схемы вытяжных и приточных систем.</p> <p>A4-8 Схемы отопления и вентиляции, план вентиляции.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.04.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Молодежникова Лидия Иосифовна			05.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна		06.04.2016

Приложение Г.2 (обязательное)

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки теплоэнергетика и теплотехника
Уровень образования _____
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники
Период выполнения _____ (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

дипломный проект/работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2015 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
...
...

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент/ст. преп.		К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

Приложение Ж (обязательное)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 98 с., 1 рис., 19 табл., 12 источников, 11 прил.

Ключевые слова: проект системы отопления, теплотери здания, подбор основного оборудования, гидравлический расчет системы отопления, проект системы вентиляции, вытяжная и приточная системы вентиляции, социальная ответственность, финансовый менеджмент.

Объектом исследования является жилой комплекс со встроенными административными помещениями в г. Кемерово по пр.Комсомольский д.46

Цель работы – проектирование системы отопления и вентиляции жилого комплекса для выполнения допустимых условий пребывания людей в квартирах и административных помещениях (влажность, подвижность, температура), предусмотренные нормативными документами.

В процессе исследования проводились расчеты тепловых потери через ограждающие конструкции, гидравлические расчеты систем отопления, аэродинамические расчеты систем вытяжной и приточной вентиляций, проведен экономический расчет и анализ.

В результате исследования спроектированы системы отопления и вентиляции данного жилого комплекса.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в качестве отопительных приборов выбраны алюминиевые радиаторы «Сиал люкс-500», установлены вентиляторы «Евромаш В006-300-

6,3 вытяжной системы вентиляции и Стандарт 150 на приточную. Установлены воздушно-тепловые завесы Timberk ТНС WT1 24М.

Степень внедрения: застройка жилых зданий.

Область применения: реальный проект при застройке жилых домов в мкр.68 по пр. Комсомольскому.

Экономическая эффективность/значимость работы разработка проекта позволила оценить затраты в систему отопления.

В будущем планируется внедрить проект при застройке жилого комплекса в мкр 68 по пр. Комсомольскому в г. Кемерово.

Содержание

Введение.....	9
1. Характеристика здания.....	10
2. Проектирование и расчет системы отопления.....	11
2.1.Тепловой баланс помещения.....	11
2.2.Теплопотери помещения через ограждающие конструкции.....	12
2.3.Расчет, выбор и размещение оборудования.....	22
2.4.Выбор системы отопления.....	31
2.5.Гидравлический расчет системы водяного отопления.....	31
3. Проектирование систем вентиляции.....	40
3.1.Требования, предъявляемые к вентиляции.....	40
3.2.Принципы устройства вентиляции.....	41
3.3.Вытяжная система вентиляции.....	44
3.4.Приточная система вентиляции.....	49
3.5.Подбор приточной установки для подачи воздуха.....	52
3.6.Воздушно-тепловые завесы.....	53
3.7.Мероприятия по уменьшению шума в воздуховодах.....	57
4. Социальная ответственность.....	60
4.1.Производственная безопасность.....	63
4.2.Экологическая безопасность.....	70
4.3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	71
4.4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	72
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	74
5.1.Расчет затрат на проектирование систем отопления жилого комплекса.....	74
5.2.Технико-экономическое сравнение системы отопления.....	80
5.3.Расчет инвестиций в систему отопления.....	82
Заключение.....	87

Список использованной литературы.....	89
Приложения	91

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование и расчет систем отопления, вентиляции воздуха жилого комплекса со встроенными административными помещениями.

Система отопления выполняет две функции: санитарно-гигиеническую и технологическую. Эта система предназначена для создания, поддержания или изменения по заданной программе параметров воздуха внутри помещения.

Передача тепла системы отопления осуществляется нагревательными приборами местных систем теплоснабжения, по теплоотдаче которых судят о качестве всего централизованного теплоснабжения. Совокупность мероприятий по изменению теплоотдачи приборов, в соответствии с изменением потребности в тепле нагреваемых ими сред называется регулированием отпуска тепла. От правильной организации и надлежащего осуществления регулирования во многом зависят качество и экономичность теплоснабжения.

Вентиляция воздуха создаёт и поддерживает в закрытых помещениях необходимую температуру, влажность, чистоту, газовый и ионный состав, наличие запахов воздушной среды, а также скорость движения воздуха. Обычно в общественных зданиях требуется поддержание лишь части упомянутых кондиций.

Воздух является рабочим агентом, с помощью которого из помещения удаляются вредные вещества, пыль, влага. Воздух также играет первостепенную роль в терморегуляции.

В помещении устанавливаются допустимые метеоусловия санитарными нормами (иногда при наличии небольшой дискомфорта). Эти параметры являются основополагающими для обеспечения теплового режима здания.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДАНИЯ

Проект «Обеспечения микроклимата жилого комплекса со встроенными административными помещениями в г. Кемерово» представляет собой проект здания с помещениями для кафе и магазином. Участок, отведенный под строительство, расположен в Ленинском районе по четной стороне пр. Комсомольского в новом микрорайоне №68. Границами участка служат с Севера, Запада и Востока жилые дома пр. Комсомольского, с Юга-проезжая часть пр. Комсомольского.

На первом этаже расположены кафе и специализированный магазин. Вышележащие этажи запроектированы под одно - трехкомнатные квартиры. Форма дома П - образная, состоящая из 3-х блоков (левое крыло, правое крыло, и центральная часть, относительно пр.Комсомольскому).

Стены - колодцевая кладка из лицевого кирпича, толщиной $\delta = 300\text{мм}$. Окна предусматриваются из поливинилхлоридных профилей. Двери входа алюминиевые, остекленные двухкамерными стеклопакетами, двери в подвал и подсобные помещения - металлические. Перекрытия - сборные железобетонные многопустотные плиты. Лестницы - монолитные железобетонные. Крыша - чердачная с внутренним водостоком. Кровля - из оцинкованного металлического листа по сплошной обрешетке.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

2.1 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 транспортировании от мест выработки к местам потребления. Потери тепла при транспортировании составляют сравнительно малую часть общей теплопроизводительности установки и обычно оцениваются некоторой долей полезной нагрузки.

В зданиях и сооружениях с постоянным тепловым режимом в течение отопительного сезона для поддержания температуры на заданном уровне сопоставляют теплотери и тепlopоступления в расчетном установившемся режиме, когда возможен наибольший дефицит теплоты [1, стр.27].

Тепловая мощность отопительной установки помещения $Q_{\text{пот}}$ для компенсации дефицита теплоты равна [1, стр.27].

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}} - Q_{\text{выд}}, \text{Вт} \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{пот}}, Q_{\text{выд}}$ - теплотери и тепловыделения в помещении в заданный момент времени.

Теплотери в помещениях в общем виде слагаются из теплотерь через ограждающие конструкции теплотрат на нагревание наружного воздуха, поступающего через открываемые ворота, двери и другие проемы и щели в ограждениях, $Q_{\text{н}}$, а также на нагревание поступающих снаружи материалов, оборудования и транспорта $Q_{\text{мат}}$.

Теплотраты могут также быть при испарении жидкости в других эндотермических технологических процессах, при подаче воздуха для вентиляции с пониженной температурой по сравнению с температурой помещения $Q_{\text{вент}}$, т.е.

$$Q_{ПОТ} = Q_{ОГР} + Q_{И} + Q_{МАТ} + Q_{ТЕХН} + Q_{ВЕНТ}, \text{Вт} \quad (2.2)$$

Тепловыделения в помещениях в общем виде состояются из теплоотдачи людьми $Q_{л}$, теплопроводов и нагревательного технологического оборудования $Q_{об}$, тепловыделений источниками искусственного освещения и работающим электрическим оборудованием $Q_{эл}$, нагретыми материалами и изделиями $Q_{мат}$, тепlopоступлений от экзотермических технологических процессов $Q_{техн}$ и солнечной радиации $Q_{с.р.}$, т.е.

$$Q_{ВЫД} = Q_{л} + Q_{об} + Q_{эл} + Q_{МАТ} + Q_{ТЕХН} + Q_{с.р.}, \text{Вт} \quad (2.3)$$

Принимаются во внимание также тепlopоступления через ограждающие конструкции из смежных помещений.

Тепловой баланс для выявления дефицита или избытка теплоты составляют по явной теплоте, принимая во внимание в течение расчетного промежутка времени максимальные тепlopотери и минимальные устойчивые тепловыделения [1, стр.3 4].

2.2 Тепlopотери помещения через ограждающие конструкции

Теплопередача через ограждения помещений при наличии разности температур между внутренним и наружным воздухом происходит в результате трех видов переноса теплоты: конвекции, теплового излучения и теплопроводности.

Тепlopотери через наружные ограждения здания при заданном тепловом режиме определяются величиной теплового потока и зависят от архитектурно-планировочного решения здания. Таким образом, правильный выбор теплозащитных качеств наружных ограждений и хорошо продуманная строительная часть здания позволяют получить экономичную расчетную тепловую нагрузку на отопительную установку. Влияние ветра учитывают добавками к расчетным тепловым потерям.

Теплопотери через ограждающие поверхности конструкции помещений $Q_{огр}$ складываются из теплопотерь через отдельные ограждения помещения, определяемые по формуле (8.4) [2, стр.34] Вт (ккал/ч):

$$Q_{огр} = k \cdot A \cdot (t_n - t_h) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), \text{ Вт} \quad (2.4)$$

где k - коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м²К), равный $k = 1/R_{о.пр.}$

$R_{о.пр.}$ - приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, К*м²/Вт;

A — площадь ограждения, м² ;

t_n - температура внутри помещения, °С, принимается в соответствие с назначением помещения;

t_h - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С; для г. Кемерово $t_h = -39^\circ\text{C}$;

n - коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимается по табл.5.2 [1, стр.20];

$(1 + \sum \beta)$ - коэффициент добавочных тепловых потерь, принимается согласно рекомендациям главы 8 [1, стр.36].

Площади наружных и внутренних ограждений при расчете теплопотерь помещений вычисляют (с точностью до 0,1м²), соблюдая правила обмера ограждений по планам и разрезам здания. Площадь потолков и полов над холодным пространством измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружных стен. В этих же пределах вычисляют площадь четырех условных зон полов, расположенных непосредственно на грунте или на лагах.

Коэффициент теплопередачи в каждой зоне определяют по формуле $k = 1/R_{о.пр.}$, принимая за величину $R_{о.пр.}$ сопротивление теплопередаче. В данном проекте неутепленный пол на грунте и для полосы, ближайшей к наружным стенам (1 зона) $R_{н.п.}^1 = 2,1$, для следующей полосы (2 зона)

$R_{н.п.}^2=4,3$, для третьей полосы(3 зона) $R_{н.п.}^3=8,6$, для остальной площади пола в глубине помещений (4 зона) $R_{н.п.}^4=14,2$ Км²/Вт.

Добавочные теплотери через ограждающие конструкции помещений, зданий и сооружений определяют в долях от основных теплотерь, рассчитанных по формуле (1.4) при $\beta = 0$.

Добавка на ориентацию ограждений по сторонам горизонта- принимают на всех наружных вертикальных и наклонных ограждений, обращенных на север, восток в размере 0,10, на запад и юг – 0,05 основных теплотерь через эти ограждения.

Добавка в угловых помещениях общественных зданий, административно-бытовых и производственных зданий и сооружений – принимают в размере 0,05 основных теплотерь.

Добавка на высоту помещений жилых, общественных зданий принимается в размере 0,02 на каждый 1 м высоты сверх 4 м, но общая добавка не должна превышать 0,15 [1,стр.36].

Результаты расчетов теплотерь через ограждающие конструкции сведены в таблицы. Т.к. планировка квартир со 2 по 8 этажи одинакова, расчеты теплотерь являются идентичными и сведены в таблицы

Таблица 1 Теплотери через ограждающие поверхности (подвал).

№	Характеристика ограждения			Расчетная разность температуры $(t_n - t_{вн})_{п}$, °С	Коэффициент добавочных теплотерь, $(1 + \sum \beta)$	Основные теплотери Q_o , Вт
	Наименование	Площадь A , м ²	Коэффициент теплопередачи k , Вт/(м ² К)			
1	1 зона	489,5	0,476	55	-	12815,1
2	2 зона	435,8	0,233	55	-	5584,8
3	3 зона	412,3	0,116	55	-	2630,5
4	4 зона	102,05	0,07	55	-	392,9
	Σ теплотерь					21423,3

Таблица 2 – Теплопотери через ограждающие конструкции (1 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Площадь помещения м ²	Характеристика ограждения			K, (Вт/м ² К)	Расчетная разность температуры (t _н -t _в) _п , °С	Основные теплопотери, Q _о ,Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплопотерь, (1+Σβ)	Теплопотери Через Ограждение Q _{огр} ,Вт
			Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Площадь ограждения, м ²				На ориентацию ограждения	Пр.		
1	Разгрузочное помещение	64,5	Стена	С	38,64	1,23	53	2518,94	0,1	-	1,1	2770,84
			Стена	З	27,98	1,23	53	1824,02	0,05	-	1,05	1915,22
			Дверь	З	10,5	2,68	53	1491,42	0	3	4	5965,68
2	Техническое помещение	6,7	Стена	С	16,21	1,23	53	1123,35	0,1	-	1,1	1235,68
			Окно	С	2,7	1,48	53	211,79	0,1	-	1,1	232,97
4	Тамбур	3,75	Стена	С	12,14	1,23	53	791,41	0,1	-	1,1	870,55
			Дверь	В	4,3	2,68	53	610,77	0,1	3	4,1	2504,17
5	Мусоросборная камера	4,25	Стена	З	9,6	1,23	53	625,82	0,05	-	1,05	657,12
			Стена	Ю	13,5	1,23	53	880,07	0	-	1	880,07
			Дверь	В	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
8	Тамбур	4,85	Дверь	В	8,2	2,68	53	1164,73	0,1	3	4,1	4775,38
9	Лифтовый холл	35,7	Стена	З	12,6	1,23	55	852,39	0,05	-	1,05	895,01
10	Тамбур	7,6	Дверь	З	8,2	2,68	53	1164,73	0,05	3	4,05	4717,15
13	Помещение персонала	20,4	Стена	В	15,96	1,23	57	1118,96	0,1	-	1,1	1230,85
			Окно	В	5,4	1,48	57	455,54	0,1	-	1,1	501,1
17	Мусоросборная камера	4,25	Стена	З	12,6	1,23	53	821,39	0,05	-	1,05	862,46
			Стена	Ю	13,5	1,23	53	880,07	0	-	1	880,07
			Дверь	В	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
18	Кабинет	9,65	Стена	З	21,21	1,23	57	1487,03	0,05	-	1,05	1561,38
			Окно	З	3,0	1,48	57	248,64	0,05	-	1,05	261,072
19	Торговый зал	56,4	Стена	З	18,38	1,23	55	1243,41	0,05	-	1,05	1305,58
			Стена	Ю	42,04	1,23	55	2844,01	0	-	1	2844,01
			Окно	Ю	8,4	1,48	55	683,76	0	-	1	683,76
21	Торговый зал	470,4	Стена	Ю	155,06	1,23	55	10489,81	0	-	1	10489,81
			Стена	С	95,06	1,23	55	6430,81	0,1	-	1,1	7073,89
			Окно	С	16,2	1,48	55	1318,68	0,1	-	1,1	1450,55
23	Тамбур	3,00	Стена	С	6,19	1,23	53	403,53	0,1	-	1,1	443,88
24	Тамбур	4,80	Дверь	С	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
32	Тамбур	3,90	Дверь	С	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
33	Мусоросборная камера	2,85	Дверь	С	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
41	Тамбур	6,70	Дверь	С	10,93	2,68	53	1552,5	0,1	3	4,1	6365,24
42	Тамбур	6,95	Дверь	С	10,93	2,68	52	1552,5	0,1	3	4,1	6365,24
43	Холл – вестибюль кафе	30,10	Стена	С	6,4	1,23	55	432,96	0,1	-	1,1	476,26
			Окно	С	2,7	1,48	55	219,78	0,1	-	1,1	241,76

48	Санузел	3,60	Стена	С	8,4	1,23	55	568,26	0,1	-	1,1	625,09
49	Тамбур	3,00	Дверь	С	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
50	Зал кафе	104,80	Стена	Ю	37,99	1,23	57	2663,48	0	-	1	2663,48
			Стена	В	47,75	1,23	57	3347,75	0,1	-	1,1	3682,53
			Окно	В	5,4	1,48	57	455,54	0,1	-	1,1	501,1
51	Мусоросборная камера	4,30	Дверь	В	7,2	2,68	53	1022,69	0,1	3	4,1	4193,02
54	Помещение персонала	7,45	Стена	З	6,60	1,23	57	462,73	0,05	-	1,05	485,86
			Окно	З	2,7	1,48	57	227,77	0,05	-	1,05	239,16
56	Камера отходов	3,70	Стена	В	6,40	1,23	53	417,22	0,1	-	1,1	458,94
			Окно	В	2,7	1,48	53	211,79	0,1	-	1,1	232,97
60	Помещение персонала	9,20	Стена	З	20,04	1,23	57	1405,00	0,05	-	1,05	1475,25
			Окно	З	2,7	1,48	57	227,77	0,05	-	1,05	239,16
62	Горячий цех	20,55	Стена	В	20,04	1,23	53	1306,41	0,1	-	1,1	1437,05
			Окно	В	5,4	1,48	53	423,58	0,1	-	1,1	465,93
63	Моечная кухонной посуды	5,95	Стена	В	15,84	2,68	57	2419,72	0,1	-	1,1	2661,69
66	Тамбур	3,70	Дверь	В	17,1	2,68	53	2428,88	0,1	3	4,1	9958,42
69	Кладовая суточного запаса	7,80	Стена	С	23,52	1,23	53	1533,27	0,1	-	1,1	1686,6
71	Кладовая сухих продуктов	3,10	Стена	С	8,4	1,23	53	547,6	0,1	-	1,1	602,36
72	Канторское помещение	7,20	Стена	С	6,6	1,23	57	462,73	0,1	-	1,1	509,00
			Окно	С	2,7	1,48	57	227,77	-	-	1,1	250,55
75	Разгрузочное помещение	30,60	Стена	С	5,2	1,23	53	338,99	0,1	1	2,1	711,87
			Дверь	С	9,82	2,68	53	1394,83	0,1	3	4,1	5718,81
76	Тамбур	2,05	Дверь	З	21,68	2,68	53	3079,43	0,05	3	4,05	12471,68
	Итого											142692,37

Таблица 3 – Теплотери через ограждающие конструкции (2 – 8 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Характеристика ограждения			K _{ср} (Вт/м ² К)	Расчетная разность температуры (t _в -t _н) _н , °С	Основные теплотери Q ₀ , Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплотерей, (1+∑β)	Теплотери Через Ограждения Q _{отр.} , Вт
		Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Площадь ограждения, м ²				На ориентацию ограждения	Пр.		
1	Жилая комната	Стена	В	11,02	1,23	59	799,72	0,1	-	1,1	879,69
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
2	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	59	1092,90	0,1	-	1,1	1202,19
		Стена	С	22,52	1,23	59	1634,28	0,1	-	1,1	1797,7
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14

3	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	59	1634,28	0,1	-	1,1	1797,7
		Стена	3	15,06	1,23	59	1092,9	0,05	-	1,05	1147,55
		Окно	3	3,20	1,48	59	279,42	0,05	-	1,05	293,4
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
4	Кухня	Стена	3	11,02	1,23	55	745,5	0,05	-	1,05	782,79
		Окно	3	3,20	1,48	55	260,48	0,05	-	1,05	273,5
5	Кухня	Стена	3	17,80	1,23	55	1204,17	0,05	-	1,05	1264,38
		Окно	3	3,20	1,48	55	260,48	0,05	-	1,05	273,5
6	Жилая комната	Стена	3	10,30	1,23	59	747,47	0,05	-	1,05	784,84
		Дверь	3	4,60	2,68	59	727,35	0,05	3	4,05	2945,78
7	Жилая комната	Стена	3	10,60	1,23	59	769,24	0,05	-	1,05	807,7
		Дверь	3	4,60	2,68	59	727,35	0,05	3	4,05	2945,78
8	Жилая комната	Стена	3	12,30	1,23	59	892,61	0,05	-	1,05	937,24
		Окно	3	3,20	1,48	59	279,42	0,05	-	1,05	293,4
	Лестничная клетка	Стена	3	22,5	1,23	55	1522,13	0,05	-	1,05	1598,23
9	Кухня	Стена	3	18,54	1,23	55	1254,23	0,05	-	1,05	1316,94
		Окно	3	3,20	1,48	55	260,48	0,05	-	1,05	273,5
10	Жилая комната	Стена	3	19,66	1,23	59	1426,73	0,05	-	1,05	1498,06
		Стена	Ю	17,30	1,23	59	1255,45	0	-	1	1255,46
		Окно	3	3,20	1,48	59	279,42	0,05	-	1,05	293,4
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	715,024	0	3	4	2860,096
11	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	59	1364,32	0	-	1	1364,32
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	727,35	0	3	4	2909,41
12	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	59	1537,03	0	-	1	1537,03
		Окно	Ю	6,40	1,48	59	558,85	0	-	1	558,85
13	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	59	1611,05	0	-	1	1611,05
		Окно	Ю	6,40	1,48	59	558,85	0	-	1	558,85
14	Кухня	Стена	Ю	22,00	1,23	55	1488,3	0	-	1	1488,3
		Дверь	Ю	4,60	2,68	55	678,04	0	3	4	2712,16
15	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	59	1596,54	0	-	1	1596,54
		Окно	Ю	3,20	1,48	59	279,42	0	-	1	279,42
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	727,35	0	3	4	2909,41
16	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	59	1596,54	0	-	1	1596,54
		Окно	Ю	3,20	1,48	59	279,42	0	-	1	279,42
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	727,35	0	3	4	2909,41
17	Кухня	Стена	Ю	22,20	1,23	55	1501,83	0	-	1	1501,83
		Дверь	Ю	4,60	2,68	55	678,04	0	3	4	2712,16
18	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	59	1611,05	0	-	1	1611,05
		Окно	Ю	4,60	1,48	59	401,67	0	-	1	401,67
19	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	59	1537,03	0	-	1	1537,03
		Окно	Ю	4,60	1,48	59	401,67	0	-	1	401,67
20	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	59	1364,32	0	-	1	1364,32
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	727,35	0	3	4	2909,41
21	Жилая комната	Стена	Ю	17,30	1,23	59	1255,46	0	-	1	1255,46
		Стена	В	19,66	1,23	59	1426,73	0,1	-	1,1	1569,4
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59	727,35	0	3	4	2909,41
22	Жилая комната	Стена	В	18,54	1,23	59	1345,45	0,1	-	1,1	1479,99

		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
		Стена	В	22,50	1,23	55	1522,13	0,1	-	1,1	1674,34
23	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	59	892,62	0,1	-	1,1	981,87
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
24	Жилая комната	Стена	В	13,10	1,23	59	950,67	0,1	-	1,1	1045,73
		Дверь	В	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
25	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	59	892,61	0,1	-	1,1	981,87
		Дверь	В	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
26	Кухня	Стена	В	13,10	1,23	59	950,67	0,1	-	1,1	1045,73
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
27	Жилая комната	Стена	В	13,20	1,23	59	957,92	0,1	-	1,1	1053,72
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,067
28	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	59	1092,9	0,1	-	1,1	1202,19
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
		Стена	С	22,52	1,23	59	1634,28	0,1	-	1,1	1797,7
29	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	59	1634,28	0,1	-	1,1	1797,7
		Стена	З	15,06	1,23	59	1092,9	0,05	-	1,05	1147,55
		Окно	З	3,20	1,48	59	279,42	0,05	-	1,05	293,4
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
30	Жилая комната	Стена	З	11,02	1,23	59	799,72	0,05	-	1,05	839,71
		Окно	З	3,20	1,48	59	279,42	0,05	-	1,05	293,4
	Лестничная клетка	Стена	З	22,50	1,23	55	1522,13	0,05	-	1,05	1598,23
31	Жилая комната	Стена	З	22,16	1,23	59	1608,15	0,05	-	1,05	1688,56
		Окно	З	6,40	1,48	59	558,85	0,05	-	1,05	586,79
32	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59	729,33	0,1	-	1,1	802,26
		Окно	С	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
33	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59	911,48	0,1	-	1,1	1002,63
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
34	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59	911,48	0,1	-	1,1	1002,63
		Дверь	С	4,60	1,48	59	401,67	0,1	3	4,1	1646,86
35	Жилая комната	Стена	С	12,98	1,23	59	941,96	0,1	-	1,1	1036,15
		Окно	С	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,037
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	55	1522,13	0,1	-	1,1	1674,34
36	Кухня	Стена	С	10,56	1,23	59	766,34	0,1	-	1,1	842,97
		Окно	С	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
37	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59	911,48	0,1	-	1,1	1002,63
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
38	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59	911,48	0,1	-	1,1	1002,63
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
39	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59	729,33	0,1	-	1,1	802,26
		Окно	С	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	55	1522,13	0,1	-	1,1	1674,34
40	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	59	729,33	0,1	-	1,1	802,26
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
41	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	59	729,33	0,1	-	1,1	802,26
		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
42	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59	911,48	0,1	-	1,1	985,63344

		Дверь	С	4,60	2,68	59	727,35	0,1	3	4,1	2982,14
43	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59	729,33	0,1	-	1,1	802,26
		Окно	С	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
44	Кухня	Стена	В	10,46	1,23	59	759,08	0,1	-	1,1	834,99
		Окно	В	3,20	1,48	59	279,42	0,1	-	1,1	307,37
45	Жилая комната	Стена	В	22,16	1,23	59	1608,15	0,1	-	1,1	1768,97
		Окно	В	6,40	1,48	59	558,85	0,1	-	1,1	614,73
	Лестничная клетка	Стена	3	22,50	1,23	55	1522,13	0,1	-	1,1	1674,34
	Итого										172025,05

Таблица 4 – Теплопотери через ограждающие конструкции (9 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Характеристика помещения			К, (Вт/м²К)	Расчетная разность температуры (t _в -t _н), °С	Основные теплопотери Q ₀ , Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплопотерь, (1+Σβ)	Теплопотери Через Ограждение, Q _{огр} , Вт
		Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Площадь ограждения, м²				На ориентацию ограждения	Пр.		
1	Жилая комната	Стена	В	11,02	1,23	59·0,9	719,75	0,1	-	1,1	791,72
		Окно	В	3,2	1,48	59·0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
2	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	59·0,9	983,61	0,1	-	1,1	1081,97
		Стена	С	22,52	1,23	59·0,9	1470,85	0,1	-	1,1	1617,93
		Окно	В	3,2	1,48	59·0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
		Дверь	С	4,6	2,68	59·0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
3	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	59·0,9	1470,85	0,1	-	1,1	1617,94
		Стена	3	15,06	1,23	59·0,9	983,61	0,05	-	1,05	1032,79
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	251,48	0,05	-	1,05	264,05
		Дверь	С	4,6	2,68	59·0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
4	Кухня	Стена	3	11,02	1,23	59·0,9	704,5	0,05	-	1,05	704,5
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	234,43	0,05	-	1,05	246,15
5	Кухня	Стена	3	17,80	1,23	59·0,9	1083,75	0,05	-	1,05	1137,94
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	234,43	0,05	-	1,05	246,15
6	Жилая комната	Стена	3	10,30	1,23	59·0,9	672,72	0,05	-	1,05	706,36
		Дверь	3	4,6	2,68	59·0,9	654,62	0,05	3	4,05	2651,21
7	Жилая комната	Стена	3	10,60	1,23	59·0,9	692,32	0,05	-	1,05	726,94
		Дверь	3	4,6	2,68	59·0,9	654,62	0,05	3	4,05	2651,21
8	Жилая комната	Стена	3	12,30	1,23	59·0,9	803,35	0,05	-	1,05	843,52
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	251,48	0,05	-	1,05	264,05
	Лестничная клетка	Стена	3	22,5	1,23	55	1369,92	0,05	-	1,05	1438,41
9	Кухня	Стена	3	18,54	1,23	59·0,9	1128,81	0,05	-	1,05	1185,25
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	234,43	0,05	-	1,05	246,15
10	Жилая комната	Стена	3	19,66	1,23	59·0,9	1284,06	0,05	-	1,05	1348,26
		Стена	Ю	17,30	1,23	59·0,9	1129,5	0	-	1	1129,5
		Окно	3	3,2	1,48	59·0,9	251,48	0,05	-	1,05	264,05
		Дверь	Ю	4,6	2,68	59·0,9	643,52	0	3	4	2574,07
11	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	59·0,9	1227,89	0	-	1	1227,89

		Дверь	Ю	4,6	2,68	59-0,9	654,62	0	3	4	2618,46
12	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	59-0,9	1383,33	0	-	1	1383,33
		Окно	Ю	6,4	1,48	59-0,9	502,97	0	-	1	502,97
13	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	59-0,9	1449,95	0	-	1	1449,95
		Окно	Ю	6,40	1,48	59-0,9	502,97	0	-	1	502,97
14	Кухня	Стена	Ю	22,00	1,23	59-0,9	1339,47	0	-	1	1339,47
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	610,24	0	3	4	2440,94
15	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	59-0,9	1436,89	0	-	1	1436,89
		Окно	Ю	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0	-	1	251,48
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0	3	4	2618,46
16	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	59-0,9	1436,89	0	-	1	1436,89
		Окно	Ю	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0	-	1	251,48
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0	3	4	2618,46
17	Кухня	Стена	Ю	22,20	1,23	59-0,9	1351,65	0	-	1	1351,65
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	610,24	0	3	4	2440,94
18	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	59-0,9	1449,95	0	-	1	1449,95
		Окно	Ю	4,60	1,48	59-0,9	361,5	0	-	1	361,5
19	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	59-0,9	1383,33	0	-	1	1383,33
		Окно	Ю	4,60	1,48	59-0,9	361,5	0	-	1	361,5
20	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	59-0,9	1227,89	0	-	1	1227,89
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0	3	4	2618,46
21	Жилая комната	Стена	Ю	17,30	1,23	59-0,9	1129,91	0	-	1	1129,91
		Стена	В	19,66	1,23	59-0,9	1284,06	0,1	-	1,1	1412,46
		Окно	В	3,20	1,48	55	251,48	0,1	-	1,1	276,63
		Дверь	Ю	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0	3	4,1	2618,46
22	Жилая комната	Стена	В	18,54	1,23	59-0,9	1210,91	0,1	-	1,1	1332,00
		Окно	В	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
	Лестничная клетка	Стена	В	22,50	1,23	59-0,9	1369,92	0,1	-	1,1	1506,91
23	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	59-0,9	803,36	0,1	-	1,1	883,69
		Окно	В	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
24	Жилая комната	Стена	В	13,10	1,23	59-0,9	855,6	0,1	-	1,1	941,16
		Дверь	В	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
25	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	59-0,9	803,36	0,1	-	1,1	883,69
		Дверь	В	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	1,1	2683,92
26	Кухня	Стена	В	13,10	1,23	59-0,9	855,6	0,1	-	1,1	941,16
		Окно	В	3,2	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
27	Жилая комната	Стена	В	13,20	1,23	59-0,9	862,13	0,1	-	1,1	948,34
		Окно	В	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
28	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	59-0,9	983,61	0,1	-	1,1	1081,97
		Окно	В	3,20	1,48	55	251,48	0,1	-	1,1	276,63
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
		Стена	С	22,52	1,23	59-0,9	1470,85	0,1	-	1,1	1617,94
29	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	59-0,9	1470,85	0,1	-	1,1	1617,94
		Стена	3	15,06	1,23	59-0,9	983,61	0,05	-	1,05	1032,79
		Окно	3	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,05	-	1,05	264,05
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
30	Жилая комната	Стена	3	11,02	1,23	59-0,9	719,75	0,05	-	1,05	755,74
		Окно	3	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,05	-	1,05	264,05

	Лестничная клетка	Стена	3	22,50	1,23	55	1369,92	0,05	-	1,05	1438,41
31	Жилая комната	Стена	3	22,16	1,23	59-0,9	1447,34	0,05	-	1,05	1519,7
		Окно	3	6,40	1,48	59-0,9	502,97	0,05	-	1,05	528,11
32	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59-0,9	656,4	0,1	-	1,1	722,04
		Окно	С	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
33	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59-0,9	820,33	0,1	-	1,1	902,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2682,92
34	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59-0,9	820,33	0,1	-	1,1	903,37
		Дверь	С	4,60	1,48	59-0,9	361,5	0,1	3	4,1	1482,16
35	Жилая комната	Стена	С	12,98	1,23	59-0,9	847,76	0,1	-	1,1	932,54
		Окно	С	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	55	1369,92	0,1	-	1,1	1506,91
36	Кухня	Стена	С	10,56	1,23	59-0,9	689,71	0,1	-	1,1	758,68
		Окно	С	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
37	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59-0,9	820,33	0,1	-	1,1	902,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
38	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59-0,9	820,33	0,1	-	1,1	902,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
39	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59-0,9	656,4	0,1	-	1,1	722,04
		Окно	С	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	55	1369,92	0,1	-	1,1	1506,91
40	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	59-0,9	656,4	0,1	-	1,1	722,04
		Окно	В	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
41	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	59-0,9	656,4	0,1	-	1,1	722,04
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
42	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	59-0,9	820,33	0,1	-	1,1	903,37
		Дверь	С	4,60	2,68	59-0,9	654,62	0,1	3	4,1	2683,92
43	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	59-0,9	656,4	0,1	-	1,1	722,04
		Окно	С	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
44	Кухня	Стена	В	10,46	1,23	59-0,9	683,17	0,1	-	1,1	751,49
		Окно	В	3,20	1,48	59-0,9	251,48	0,1	-	1,1	276,63
45	Жилая комната	Стена	В	22,16	1,23	59-0,9	1447,34	0,1	-	1,1	1592,07
		Окно	В	6,40	1,48	59-0,9	502,97	0,1	-	1,1	553,26
	Лестничная клетка	Стена	В	22,50	1,23	55	1369,92	0,1	-	1,1	1506,91
	Итого										154822,55

Суммарные тепловые потери по всему зданию:

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_i = Q_{\text{подв}} + Q_{1\text{эт}} + Q_{2-8\text{эт}} + Q_{9\text{эт}}, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} Q_{\Sigma} &= \sum Q_i = Q_{\text{подв}} + Q_{1\text{эт}} + Q_{2-8\text{эт}} + Q_{9\text{эт}} = \\ &= 21423,3 + 142692,37 + 172025,05 + 154822,55 = 490963,27 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Удельный расход тепла на отопление 1 м^2 общей площади здания:

$$q = Q_{\Sigma} / F_{\text{зд}}, \text{ Вт/м}^2 \quad (2.6)$$

$$q = Q_{\Sigma} / F_{\text{зд}} = 490963,27 / 17485,4 = 28,08 \text{ Вт/м}^2$$

2.3 Расчет, выбор и размещение оборудования

Отопительный прибор – основной элемент отопительной системы, предназначен для передачи тепла от теплоносителя к воздуху в помещении.

Основная задача отопительных приборов – обеспечение равномерного обогрева помещения.

Отопительные приборы системы центрального отопления делятся на радиационные (потолочные отопительные панели), конвективно – радиационные с гладкой поверхностью (радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы) и конвективные с ребристой нагревательной поверхностью (конвекторы с кожухом и без кожуха, ребристые трубы).

По высоте отопительные приборы подразделяются на высокие (высотой более 650 мм), средние (200 – 400 мм) и плинтусные (до 200 мм).

По глубине приборы бывают малой (до 120 мм вкл.), средней (более 120 до 200 мм) и большой глубины (более 200 мм). Конвекторы и другие подобные приборы обладают малой тепловой инерцией, радиаторы и отопительные приборы – большой тепловой инерцией [5, стр.139].

При выборе вида отопительных приборов следует, прежде всего, учитывать давление в системе, качество теплоносителя, а также состав воздушной среды помещений.

Для создания необходимого теплового режима большое значение имеет рациональное размещение нагревательных приборов.

Преимущественным является размещение приборов под световыми проемами у наружных ограждений. Такое расположение способствует повышению температуры в нижней части наружной стены и уменьшает радиационное охлаждение. Потоки теплого воздуха, поднимаются по стене, уменьшают проникновение холодного воздуха в рабочую зону. При установке приборов следует учитывать удобства осмотра, очистки и ремонта. Разрешается устанавливать приборы у наружных стен в нишах; глубина ниши принимается до 130 мм.

При размещении приборов под окнами, вертикальная ось прибора и окна проема должны совпадать. В жилых и общественных зданиях, в бытовых помещениях промышленных предприятий разрешается смещение осей с целью уменьшения длины подводки. В этом случае стояк размещается на расстоянии $(150 \pm 50 \text{ мм})$ от оконного проема и подводку делают длиной $(380 \pm 20 \text{ мм})$; при $d_y = 25 \text{ мм}$ длина подводки принимается до 500 мм.

В ряде случаев разрешается ограждать приборы декоративными укрытиями. При этом необходимо учитывать возможное уменьшение теплоотдачи приборов.

Нагревательные приборы следует размещать по возможности ниже, и приборы должны быть невысокими. При высоких и коротких приборах интенсивная тепловая струя вызывает перегрев верхних зон и перемещение более холодного воздуха в рабочую зону. В высоких помещениях целесообразно использовать более высокие приборы или устанавливать их в два яруса, а иногда и в верхней зоне помещения.

При выборе вида отопительных приборов, следует, прежде всего, учитывать давление в системе, качество теплоносителя, а также состав воздушной среды помещения. Принимают также во внимание назначение и архитектурно – технологическую планировку здания, особенности теплового режима помещения, длительность пребывания людей.

Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещения. Вертикальные отопительные приборы следует размещать по возможности ближе к полу помещения.

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.

В качестве нагревательных приборов устанавливаем в жилых и нежилых помещениях алюминиевые радиаторы Сиал люкс – 500, компании ОАО «Дак» г. Красноярск, для технических помещений – регистры из гладких труб.

Изготовлены данные радиаторы из коррозиестойкого алюминиевого сплава АД31 методом прессования, который исключает появление пористости материала стенок (как в литых радиаторах) и позволяет получить гладкую внутреннюю поверхность, защищенную оксидной пленкой. Внутренняя и наружная поверхности радиаторов «СИАЛ-Люкс» обработаны титан-стронциевым компонентом, что дополнительно защищает их от коррозии. Наружная поверхность радиаторов имеет полимерное покрытие (покраска в электростатическом поле порошковыми красками), стандартный цвет - белый (RAL 9016).

Преимущества радиаторов «Сиал люкс»:

- новейшая разработка
- европейское качество
- сертификат Госстандарта РФ, Санитарно-Гигиенический сертификат
- оригинальный дизайн прекрасно дополняет любой интерьер
- малый вес, что важно при транспортировке, хранении и монтаже
- малая глубина, позволяет экономить внутреннее пространство помещений
- низкая термическая инерционность и малый внутренний объем позволяют быстро запускать систему и регулировать тепловой поток радиатора в автоматическом режиме

- высокое качество окраски гарантирует безупречность покрытия на весь срок эксплуатации
- все радиаторы испытаны давлением 24 Атм
- универсальность - возможность применения, как в открытых, так и замкнутых системах отопления
- гарантия на радиаторы составляет 10 лет.

Характеристики этих радиаторов следующие:

- рабочее давление – 18 атм (1,8 мПа);
- разрушающее давление не менее – 44 атм (4,4 мПа);
- температура теплоносителя – до 130°C.

2.3.1 Теплопередача отопительных приборов

Теплопередача отопительных приборов $Q_{пр}$, Вт, пропорциональна тепловому потоку, приведенному к расчетным условиям по его действительной площади нагревательной поверхности.

$$Q_{пр.д} = Q_{н.у.} \cdot \varphi_k, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

где $Q_{н.у.}$ – номинальный условный тепловой поток прибора (табл.10 [3]);

φ_k – комплексный коэффициент приведения $Q_{н.у.}$ к расчетным условиям.

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \cdot \psi_c, \quad (2.8)$$

где 70 – номинальный температурный напор, °С;

Δt_{cp} - разность средней температуры воды в приборе и температура окружающей среды, °С.

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_e = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ\text{С}, \quad (2.9)$$

где $t_{вх}, t_{вых}$ - температура воды, входящей в прибор и выходящей из него, °С;

t_e - температура окружающего воздуха, °С;

G_{np} - расход воды в приборе, кг/ч;

b - коэффициент учета атмосферного давления данной местности при $p = 760$ мм.рт.ст. значение $b = 1$ [2.табл.9.1];

ψ_c - коэффициент учета направления движения теплоносителя (воды), [2. табл. 9,11];

n, p - показатель для определения теплового потока отопительных приборов, применяется по [2, табл.9,2].

Комплексный коэффициент φ_k для отопительных приборов «Сиал люкс»:

$$\varphi_{k.Сиалко} = \left(\frac{64,5}{70}\right)^{1+0,03} \cdot \left(\frac{600}{360}\right)^{0,01} \cdot 1 \cdot 0,99 = 0,895$$

Комплексный коэффициент φ_k для регистров из гладких труб:

$$\varphi_{k.Регистр} = \left(\frac{64,5}{70}\right)^1 \cdot \left(\frac{300}{360}\right)^{0,01} \cdot 1 \cdot 0,99 = 0,916$$

Тогда $Q_{np.дСиалко} = 1210 \cdot 0,895 = 1082,4$, Вт

$$Q_{np.дРегистр} = 720 \cdot 0,916 = 659,9$$
, Вт

2.3.2 Тепловой расчет приборов

Требуемый номинальный тепловой поток $Q_{н.т}$, Вт, для выбора типоразмера отопительного прибора определяют по формуле

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{np}}{\varphi_k}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

где Q_{np} – необходимая теплопередача прибора в рассматриваемое помещение

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 \cdot Q_{mp}, \text{ Вт}; \quad (2.11)$$

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 \cdot Q_{mp} = 490963,27 - 0,9 \cdot 401212 = 129872,47, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

q_v и q_g - теплоотдача 1м вертикальных и горизонтальных труб, Вт./м, принимаем по [2. табл. II.22];

l_1 и l_2 - длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

$$\text{Тогда } Q_{н.м} = \frac{129872,47}{0,895} = 145108,91, \text{ Вт}$$

Требуемую площадь наружной нагревательной поверхности прибора $A_{пр}$, м², независимо от вида теплоносителя находят по формуле

$$A_{пр} = \frac{Q_{пр}}{70 \cdot K_{н.у.} \cdot \phi_k} = \frac{129872,47}{70 \cdot 5,1 \cdot 0,895} = 406,39 \text{ м}^2.$$

Результаты расчета количества секций отопительных приборов в каждом помещении жилого комплекса рассчитаны и сведены в таблицы.

Таблица 5 – Количество размещаемых отопительных приборов в помещениях 1 этажа

№ помещения	Наименование помещения	Радиаторы «Сиалко Люкс»		Регистры из гладких труб, кол – во труб · длину, м	Конвекторы, шт.
		Количество секций, шт.	Общая площадь секций, м ²		
1	Разгрузочное помещение	-	-	4 · 6,3	-
2	Техническое помещение	4	0,492	-	-
5	Мусоросборная камера	-	-	5 · 1,1	-
9	Лифтовый холл	16	1,968	-	-
13	Помещение персонала	9	1,107	-	-
16	Лифтовый холл	3	0,369	-	-
17	Мусоросборная камера	-	-	4 · 1,1	-
18	Кабинет	4	0,492	-	-
19	Торговый зал	24	1,845	-	-
21	Торговый зал	198	24,35	-	10
23	Тамбур	4	0,492	-	-
32	Тамбур	5	0,615	-	-
33	Мусоросборная камера	-	-	5 · 1,1	-
43	Холл-вестибюль кафе	4	0,492	-	-
49	Тамбур	5	0,615	-	-
50	Зал кафе	40	4,92	-	-
51	Мусоросборная камера	-	-	4 · 1,0	-
54	Помещение персонала	3	0,369	-	-
55	Моечная	2	0,246	-	-
60	Помещение персонала	4	0,492	-	-
62	Горячий цех	5	0,615	-	-
63	Моечная кухонной посуды	2	0,246	-	-
69	Кладовая сухого запаса	2	0,246	-	-
72	Канторское помещение	3	0,369	-	-
75	Разгрузочное помещение	-	-	3 · 4,7	-
	Итого	337	40,34		

Таблица 6 – Количество размещаемых отопительных приборов в помещениях 2 – 5 этажах

№	Наименование помещения	2 этаж		3 этаж		4 этаж		5 этаж	
		Количество секций, шт.	Площадь, м ²						
1	Жилая комната	7	0,861	6	0,738	6	0,738	5	0,615
2	Жилая комната	6+6	1,476	6+6	1,476	6+5	1,353	5+5	1,23
3	Жилая комната	5+7	1,476	5+6	1,353	5+6	1,353	5+7	1,476
4	Кухня	5	0,615	5	0,615	5	0,615	4	0,492
5	Кухня	8	0,984	7	0,861	7	0,861	6	0,738
6	Жилая комната	6	0,738	5	0,615	5	0,615	5	0,615
7	Жилая комната	6	0,738	6	0,738	6	0,738	5	0,615
8	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
9	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
10	Кухня	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
11	Жилая комната	5+5	1,23	5	0,615	5	0,615	4	0,492
12	Жилая комната	5+5	1,23	5	0,615	5	0,615	4	0,492
13	Жилая комната	6+6	1,476	5	0,615	5	0,615	5	0,615
14	Жилая комната	5+5	1,23	5	0,615	4	0,492	4	0,492
15	Кухня	3+3	1,476	3+3	1,476	3+3	1,476	3+3	1,476
16	Жилая комната	4+4	0,984	3+5	0,984	3+5	0,984	3+4	0,861
17	Жилая комната	7+3	1,23	6+3	1,107	6+3	1,107	6+2	0,984
18	Кухня	3+3	0,738	3+3	0,738	3+3	0,738	3+3	0,738
19	Жилая комната	5+5	1,23	4+5	1,107	4+5	1,107	4+4	0,984
20	Жилая комната	5+6	1,353	5+6	1,353	5+5	1,23	4+5	1,107
21	Жилая комната	4+7	1,353	3+2	0,615	4+6	1,23	4+6	1,23
22	Жилая комната	5+5	1,23	5	0,615	5	0,615	4	0,492
23	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
24	Лестничная клетка	5	0,615	6	0,738	6	0,738	6	0,738
25	Жилая комната	6	0,738	5	0,615	5	0,615	5	0,615
26	Жилая комната	6	0,738	6	0,738	5	0,615	5	0,615
27	Жилая комната	6	0,738	5	0,615	5	0,615	5	0,615
28	Кухня	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738
29	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
30	Жилая комната	8+3	1,353	7+3	1,23	7+3	1,23	6+3	1,107
31	Жилая комната	3+8	1,353	7+3	1,107	7+3	1,23	6+3	1,107
32	Жилая комната	7	0,861	7	0,861	6	0,738	6	0,738
33	Лестничная клетка	5	0,615	6	0,738	6	0,738	6	0,738
34	Жилая комната	7	0,861	5+5	1,23	4+5	1,107	4+4	0,984
35	Кухня	5	0,615	4	0,492	4	0,492	4	0,492
36	Жилая комната	4+4	0,984	4	0,492	4	0,492	4	0,492
37	Жилая комната	4+2	0,738	4	0,492	4	0,492	4	0,492
38	Жилая комната	6	0,738	6	0,738	5	0,615	5	0,615
39	Лестничная клетка	5	0,615	7	0,861	7	0,861	6	0,738
40	Кухня	4	0,492	4	0,492	4	0,492	4	0,492
41	Жилая комната	4+3	0,861	4+3	0,861	4+3	0,861	4+3	0,861
42	Жилая комната	8	0,984	7	0,861	7	0,861	6	0,738

43	Кухня	4	0,492	4	0,492	4	0,492	4	0,492
44	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
45	Жилая комната	6	0,738	5	0,615	5	0,615	5	0,615
46	Жилая комната	4+2	0,738	4	0,492	4	0,492	3	0,369
47	Жилая комната	5+2	0,861	5+2	0,861	4+2	0,738	4+2	0,738
48	Кухня	4	0,492	5	0,615	5	0,615	5	0,615
49	Кухня	4	0,492	5	0,615	5	0,615	5	0,615
50	Жилая комната	5+5	1,23	5+4	1,107	5+4	1,107	4+4	0,984
51	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	5	0,615	5	0,615
	Итого	352	43,36	302	38,75	300	37,27	282	34,93

Таблица 7 – Количество размещенных отопительных приборов в помещениях 6 – 9 этажах

№	Наименование помещения	6 этаж		7 этаж		8 этаж		9 этаж	
		Кол-во секций, шт.	Площадь, м ²						
1	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738
2	Жилая комната	5+4	1,107	5+4	1,107	4+4	0,984	5+5	1,23
3	Жилая комната	5+5	1,23	4+5	1,107	4+5	1,107	4+5	1,107
4	Кухня	4	0,492	4	0,492	4	0,492	5	0,615
5	Кухня	6	0,738	5	0,615	5	0,615	6	0,738
6	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	4	0,492	5	0,615
7	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738
8	Жилая комната	4	0,492	4	0,492	4	0,492	5	0,615
9	Лестничная клетка	5	0,615	4	0,492	4	0,492	5	0,615
10	Кухня	5	0,615	5	0,615	4	0,492	5	0,615
11	Жилая комната	4+4	0,984	3+4	0,861	3+4	0,861	4+4	0,984
12	Жилая комната	4+4	0,984	3+4	0,861	3+4	0,861	4+4	0,984
13	Жилая комната	4+5	1,107	5+4	1,107	4+4	0,984	4+5	1,107
14	Жилая комната	4+4	0,984	3+4	0,861	3+4	0,861	4+4	0,984
15	Кухня	3+2	0,615	3+2	0,615	3+2	0,615	3+3	0,738
16	Жилая комната	3+4	0,861	3+4	0,861	3+3	0,738	3+4	0,861
17	Жилая комната	5+2	0,861	5+2	0,861	5+2	0,861	5+3	0,984
18	Кухня	3+2	0,615	3+2	0,615	3+2	0,615	3+3	0,738
19	Жилая комната	4+4	0,984	3+4	0,861	3+4	0,861	4+4	0,984
20	Жилая комната	4+5	1,107	4+4	0,984	4+4	0,984	4+5	1,107
21	Жилая комната	6+3	1,107	5+3	0,984	5+3	0,984	5+4	1,107
22	Жилая комната	4+4	0,984	4+3	0,861	4+3	0,861	4+4	0,984
23	Жилая комната	5	0,615	4	0,492	4	0,492	5	0,615
24	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738
25	Жилая комната	4	0,492	4	0,492	4	0,492	5	0,615
26	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	4	0,492	5	0,615
27	Жилая комната	5	0,615	4	0,492	4	0,492	5	0,615
28	Кухня	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738

29	Жилая комната	4	0,492	4	0,492	4	0,492	5	0,615
30	Жилая комната	6+3	1,107	6+2	0,984	6+2	0,984	5+4	1,107
31	Жилая комната	6+3	1,107	6+3	1,107	5+3	0,984	5+4	1,107
32	Жилая комната	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738
33	Лестничная клетка	6	0,738	6	0,738	6	0,738	7	0,861
34	Жилая комната	4+4	0,984	4+4	0,984	4+3	0,861	4+4	0,984
35	Кухня	4	0,492	4	0,492	3	0,369	4	0,492
36	Жилая комната	4+2	0,738	4+2	0,738	3+3	0,738	3+4	0,861
37	Жилая комната	4+2	0,738	3+3	0,738	3+3	0,738	3+4	0,861
38	Жилая комната	5	0,615	4	0,492	4	0,492	5	0,615
39	Лестничная клетка	5	0,615	6	0,738	5	0,615	6	0,738
40	Кухня	4	0,492	3	0,369	3	0,369	4	0,492
41	Жилая комната	4+3	0,861	4+3	0,861	4+3	0,861	4+4	0,984
42	Жилая комната	6	0,738	6	0,738	6	0,738	7	0,861
43	Кухня	3	0,369	3	0,369	3	0,369	4	0,492
44	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	4	0,492	5	0,615
45	Жилая комната	5	0,615	4	0,492	4	0,492	5	0,615
46	Жилая комната	3+3	0,738	3+3	0,738	3+3	0,738	3+4	0,861
47	Жилая комната	6+2	0,984	3+4	0,861	3+4	0,861	4+4	0,984
48	Кухня	3	0,369	3	0,369	3	0,369	4	0,492
49	Кухня	3	0,369	3	0,369	3	0,369	4	0,492
50	Жилая комната	4+4	0,984	4+3	0,861	4+3	0,861	4+4	0,984
51	Лестничная клетка	5	0,615	5	0,615	5	0,615	6	0,738
	Итого	308	36,59	291	34,75	280	33,58	331	41,82

Суммарное количество секций радиаторов «Сиал люкс» во всем здании составляет 2446 шт., труб в виде регистров 125 м.

2.4 Выбор системы отопления

Существуют различные виды систем отопления:

1. низкотемпературные (с температурой теплоносителя менее 100°C);
2. высокотемпературные (с температурой теплоносителя более 100°C).

Т.к. температурный график 95/70, выбираем низкотемпературную систему отопления.

По способу создания циркуляции водяные системы делятся:

1. с естественной циркуляцией;
2. с принудительной циркуляцией.

В данном случае система с принудительной циркуляцией.

Водяная система отопления получила наибольшее распространение, как наиболее гигиеничная, совершенная в эксплуатации и регулируемая в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Система отопления для жилых помещений запроектирована однотрубной с нижней разводкой теплоносителя по тупиковой схеме. Стояки системы отопления П – образные. Подающая и обратная магистрали трубопровода прокладываются под потолком 3 этажа в тепловой изоляции.

Система отопления нежилых помещений запроектирована однотрубной горизонтальной. Такое решение позволяет выполнить требования технических условий и выделить отдельные системы отопления для нежилых и жилых помещений, которые могут работать независимо друг от друга.

2.5 Гидравлический расчет системы водяного отопления

Гидравлический расчет системы водяного отопления состоит в определении диаметров труб, подводящих к каждому отопительному

прибору необходимое количество теплоносителя под воздействием расчетного циркуляционного давления.

Тепловой расчет систем водяного отопления состоит в определении качества элементов или площади теплоотдающей поверхности отопительных приборов, обеспечивающих подачу в помещение расчетного теплового потока при расчетном количестве и температуре теплоносителя.

Основной задачей гидравлического расчета систем водяного отопления является обеспечение при установившемся движении воды расхода расчетного циркуляционного давления на преодоление сопротивления движению воды в системе.

Гидравлический расчет системы водяного отопления выполняется по удельной линейной потере давления.

В системе отопления расчетное давление для создания циркуляции воды Δp_p определяется по формуле(1.15) [1,стр.88]:

$$\Delta p_p = \Delta p_{нас} + \Delta p_{ест}, \text{ Па}, \quad (2.13)$$

где $\Delta p_{нас}$ - давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе; принимается $\Delta p_{нас} = 38000$ Па;

$\Delta p_{ест}$ - естественное циркуляционное давление, Па;

$$\Delta p_e = \Delta p_{e.нр} + \Delta p_{e.тр}. \quad (2.14)$$

$\Delta p_{e.нр}$ - естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения воды в приборах, Па;

$\Delta p_{e.тр}$ - естественное циркуляционное давление, вызываемое охлаждением воды в трубах, Па.

$$\Delta p_{e.нр} = g \cdot (h_1(\rho_1 - \rho_2) + h_2(\rho_2 - \rho_2) + h_3(\rho_3 - \rho_2) + h_i(\rho_i - \rho_2)) \quad (2.15)$$

h_1, h_2, h_3, h_i - высоты между отопительными приборами в стояке, м;

$\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_i$ - плотности охлаждаемой воды в трубах, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

$$\begin{aligned} \Delta p_{e,np} = & 9,8 \cdot (9,40 \cdot (962,2 - 961,92) + 2,73 \cdot (963,30 - 961,92) + 2,73 \cdot (963,7 - 961,92) + \\ & + 2,73 \cdot (964,1 - 961,92) + 2,73 \cdot (964,3 - 961,92) + 2,73 \cdot (964,9 - 961,92) + \\ & + 2,73 \cdot (965,1 - 961,92) + 2,73 \cdot (965,5 - 961,92) + 2,73 \cdot (965,8 - 961,92)) = 896,3, \text{ Па} \end{aligned}$$

$$\Delta p_{e.mp.} = g \sum_1^n (h_i (\rho_{i+1} - \rho_i)) \quad (2.16)$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{e.mp.} = & 9,8 \cdot (9,20 \cdot (962,2 - 961,92) + 2,43 \cdot (963,30 - 961,92) + 2,43 \cdot (963,7 - 961,92) + \\ & + 2,43 \cdot (964,1 - 961,92) + 2,43 \cdot (964,3 - 961,92) + 2,43 \cdot (964,9 - 961,92) + \\ & + 2,43 \cdot (965,1 - 961,92) + 2,43 \cdot (965,5 - 961,92) + 2,43 \cdot (965,8 - 961,92)) = 825,3, \text{ Па} \end{aligned}$$

Следовательно, естественное циркуляционное давление

$$\Delta p_e = 896,3 + 825,3 = 1721,6, \text{ Па.}$$

Тогда расчетное давление для создания циркуляции воды будет составлять:

$$\Delta p_p = 38000 + 1721,6 = 39721,6, \text{ Па.}$$

Расчет основан на подборе диаметров труб при постоянных перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях Δt_{cm} , таких же, как расчетный перепад температуры воды во всей системе Δt_c :

$$\Delta t_{cm} = \Delta t_c = t_r - t_o, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.17)$$

Рассчитывают расход воды на каждом участке. Определяют потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений на участке.

Общие потери давления в циркуляционном кольце системы при последовательном соединении участков должны быть равны сумме потерь давления на участке кольца, т.е.:

$$\Delta p_{общ} = \sum_1^N (Rl + z)_i, \text{ Па/м} \quad (2.18)$$

При параллельном соединении двух участков, стояков или ветвей потери давления на этих участках, стояках или ветвях должны быть равны, т.е.:

$$\Delta p_i = \Delta p_j \quad (2.19)$$

Для выбора диаметра труб в основном циркуляционном кольце при расчете используют расходы на участке и среднее ориентировочное значение потери давления на трение, определяемое по формуле:

$$R_{cp} = \frac{k \cdot \Delta p_p}{\sum l}, \text{ Па/м}, \quad (2.20)$$

где $\sum l$ - общая длина последовательных участков, составляющих циркуляционное кольцо, м;

$k = 0,65$ – коэффициент для систем с искусственной циркуляцией, показывающий, что $0,65\Delta p_0$ расходуется на преодоление удельной линейной потери давления ($0,35\Delta p_p$ – расходуется на преодоление местных сопротивлений).

Потери давления на расчетном участке системы отопления складываются:

- 1) из потерь давления на преодоление трения на участке трубопровода с постоянным расходом воды и неизменным диаметром, определяемых по формуле:

$$R_r = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho \cdot l = R \cdot l, \text{ Па/м}, \quad (2.21)$$

где d – диаметр теплопровода, м;

λ – коэффициент гидравлического трения;

ω – скорость движения воды в трубопроводе, м/с;

ρ – плотность воды, кг/м³;

l – длина участка трубопровода, м.

- 2) из потерь давления на преодоление местных сопротивлений, определяемых по формуле:

$$z = \sum \xi \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho = \sum \xi \cdot p_d, \text{ Па/м}, \quad (2.22)$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на данном участке трубопровода, Па/м;

p_d – динамическое давление воды на данном участке трубопровода.

В общем случае потери давления на преодоление сопротивлений на расчетном участке определяются зависимостью:

$$\Delta p = Rl + z. \quad (2.23)$$

Гидравлический расчет производят, используя вспомогательные таблицы, составленные с учетом зависимости коэффициентов гидравлического трения $\lambda_{тр}$ от режима движения воды в трубопроводах. С помощью таблиц, зная температуры подающей и обратной воды в системе, расход воды и диаметр трубопровода, определяют удельные потери давления R и скорость движения воды ω . Затем, зная скорость движения воды на участке, определяют динамическое давление воды на участке p_d , по значению которого и значениям коэффициентов местных сопротивлений вычисляют потери давления в местных сопротивлениях z .

Ниже представлены гидравлические расчеты двух систем отопления:

- вертикальной однотрубной с нижней разводкой (на примере основного циркуляционного кольца стояка № 17)

Рассмотрим последовательность выполнения гидравлического расчета.

1. На аксонометрической схеме выбираем главное циркуляционное кольцо. Основным считают кольцо, в котором расчетное циркуляционное давление Δp_p , приходящееся на единицу длины кольца $\sum l$, имеет наименьшее значение, т. е.

$$\Delta p_1 = \frac{\Delta p_p}{\sum l} = \min \quad (2.24)$$

В вертикальной однотрубной системе – это кольцо через наиболее нагруженный стояк из удаленных от теплового пункта стояков при тупиковом движении воды или также через наиболее нагруженный стояк, но из средних стояков при попутном движении воды в магистральных.

2. Главное циркуляционное кольцо разбивается на расчетные участки, обозначаемые порядковым номером (по ходу движения теплоносителя,

начиная от узла ввода); указывается расход теплоносителя G , кг/ч, длина участка l , м, диаметр труб, мм.

3. Для предварительного выбора диаметра труб определяется вспомогательная величина – среднее значение удельной потери давления от трения R_{cp} , на 1 метр трубы:

$$R_{cp} = \frac{(1-b)\Delta p_p}{\sum l}, \text{ Па}, \quad (2.25)$$

где Δp_p – располагаемое давление в принятой системе отопления, Па;

$\sum l$ – общая длина главного циркуляционного кольца, м;

b – поправочный коэффициент, учитывающий долю местных потерь давления в системе.

Для систем отопления с насосной циркуляцией доли потери на местные сопротивления равны $b = 0,35$, на трение $b = 0,65$.

4. Расход теплоносителя на участке

$$G_{yч} = \frac{3,6 \cdot Q_{yч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_n - t_o)}, \text{ кг/ч}, \quad (2.26)$$

где $Q_{yч}$ – расход тепла на участке теплопровода, Вт;

$\beta_1 = 1,02$ – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, вызванные размещением отопительных приборов у наружных ограждений (берется по таблице VII.I [2] для «Сиал Люкс»);

$\beta_2 = 1,03$ – поправочный коэффициент учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь, принимаемых к установке (с округлением площади) отопительных приборов (берется по таблице VII.I[2] для «Сиал Люкс»).

5. По величине R_{cp} , по расходу теплоносителя на участке $G_{yч}$ и по предельно допустимым скоростям движения теплоносителя находятся предварительный диаметр труб d_y , мм, фактические удельные потери давления, R , Па/м и фактическая скорость теплоносителя, v , м/с.

6. Потери давления на трение на участке теплопровода определяются по формуле

$$R_z = l \cdot R_\phi, \text{ Па}, \quad (2.27)$$

где l - длина участка теплопровода, м.

7. Определяются потери в местных сопротивлениях. Вначале устанавливаем перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по таблице 1.11 [2].

8. По значениям $\sum \zeta$ и известным скоростям движения теплоносителя w_ϕ , пользуясь таблицей П.3[2], определяются потери давления на местных сопротивлениях участков Z .

9. Зная $R \cdot l$ и Z на каждом участке, определяются общие потери давления на каждом участке трубопровода $\Delta P_{\text{уч}}$.

10. Рассчитав общие потери давления на каждом участке $\Delta P_{\text{уч}}$, определяются суммарные потери давления на всех участках главного циркуляционного кольца системы $\sum (R \cdot l + Z)_{\text{г.м.к.}}$.

Таблица 8 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца (17 стояк)

№ участка	$Q_{\text{уч}}$, Вт	$G_{\text{уч}}$, кг/ч	d , мм	l , м	W , м/с	R_ϕ , Па/м	$\sum \zeta$	$R_\phi \cdot l$, Па	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па	$\sum P_{\text{уч}}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6904,10	249,35	108	15,1	0,537	57	1,5	860,7	388,614	1249,314	
2	1302,59	47,03	89	2,34	0,562	83	1,5	194,22	406,539	600,759	1850,073
3	1215,27	43,88	89	5,7	0,584	37	2,5	210,9	703,855	914,755	2764,828
4	6842,21	247,05	50	18,1	0,591	45	1,5	814,5	427,332	1241,832	4006,66
5	2426,27	87,60	25	3,5	0,596	57	4,5	28,5	1292,751	1321,251	5327,911
6	3888,62	140,40	20	2,48	0,620	86	1	213,28	298,75	512,03	5839,941
7	-	44,32	20	0,5	0,632	23	5	11,5	1522,43	1533,93	7373,93
8	1151,33	41,57	20	2,48	0,644	86	1	213,28	310,222	523,502	7897,373
9	-	44,32	20	0,5	0,646	23	5	11,5	1555,89	1567,39	9464,763
10	1151,33	41,57	20	2,48	0,653	86	1	213,28	314,524	527,804	9992,567
11	-	44,32	20	0,5	0,667	23	5	11,5	1606,08	1617,58	11610,147
12	1151,33	41,57	20	2,48	0,676	86	2	213,28	651,036	864,316	12474,463
13	-	44,32	20	0,5	0,680	23	5	11,5	1637,15	1648,65	14123,113
14	1151,33	41,57	20	2,48	0,684	86	2	213,28	658,684	871,964	14995,077
15	-	44,32	20	0,5	0,701	23	5	11,5	1687,34	1698,84	16693,917
16	1151,33	41,57	20	2,48	0,711	86	1	213,28	342,248	555,528	17249,445
17	-	44,32	20	0,5	0,720	23	5	11,5	1732,75	1744,25	18993,695
18	1151,33	41,57	20	2,48	0,724	86	2	213,28	696,924	910,204	19903,899
19	-	44,32	20	0,5	0,727	23	5	11,5	1749,48	1760,98	21664,879
20	1151,33	41,57	20	2,48	0,744	86	1	213,28	358,022	571,302	22236,181
21	-	44,32	20	0,5	0,746	23	5	11,5	1794,89	1806,39	24042,571
22	10886,15	393,06	20	19,38	0,809	57	4	1104,66	1556,368	2661,03	26703,601

23	2426,27	87,60	25	5,7	0,819	37	3	210,9	1181,616	1392,516	28096,117
24	6842,21	247,05	50	18,1	0,720	83	1	1502,3	346,55	1848,85	31944,967
25	1215,27	43,88	89	8,04	0,704	57	1,5	458,28	508,353	966,633	33911,6
26	904,1	32,64	108	15,1	0,647	57	3	860,7	934,968	1795,668	36707,268

Сравнивается полученное значение $\sum (R \cdot l + Z)_{Г.Ц.К} = 36707,268$, Па с ΔP_p

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{cm}}{\Delta P_p} = \frac{39721,6 - 36707,268}{39721,6} \cdot 100\% = 7,6\% < 10\%.$$

Так как условие выполняется, то расчет считается законченным.

Второстепенные циркуляционные кольца состоят из общих участков основного кольца (уже рассчитанных) и дополнительных (не общих) еще не рассчитанных участков. Гидравлический расчет проводится с увязкой потерь давления, т.е. получение равенства потерь давления на параллельно соединенных дополнительных участках второстепенного кольца. Таким образом, расчет сводится к расчету промежуточных стояков с получением равенства:

$$\sum (Rl + Z)_{cm} = \Delta p_{p.cm}, \quad (2.28)$$

где $\Delta p_{p.cm}$ - располагаемое циркуляционное давление, полученное в результате расчета циркуляционного кольца.

При определении потерь давления в промежуточных стояках допускается невязка до 15% с располагаемым циркуляционным давлением

Таблица 9 – Гидравлический расчет второстепенного циркуляционного кольца(18 стояк)

№ Уч-ка	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	d, мм	l, м	W, м/с	R _ф , Па/м	∑ζ	R _ф ·l, Па	Z, Па	R·l+Z, Па	∑P _{уч} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	7536,27	272,11	32	3,5	0,537	57	5,5	199,5	1424,918	1624,918	
6	5291,22	191,05	32	0,7	0,562	83	1	58,1	271,026	329,126	1953,544
7	2605,27	94,07	25	2,48	0,576	37	2	91,76	555,436	647,196	2600,74
8	-	44,32	25	0,5	0,581	45	5	22,5	1400,54	1423,04	4023,78
9	2426,27	87,60	25	2,48	0,591	57	2	141,36	569,776	711,136	4734,916
10	-	44,32	25	0,5	0,620	86	5	43	1493,75	1536,75	6271,666
11	2055,27	74,21	25	2,48	0,625	23	2	57,04	602,28	659,32	6930,986
12	-	44,32	25	0,5	0,644	86	5	43	1551,11	1594,11	8525,096
13	2055,27	74,21	25	2,48	0,646	23	2	57,04	622,356	679,396	9204,492
14	-	44,32	25	0,5	0,653	86	5	43	1572,62	1615,62	10820,112
15	1950,87	70,44	25	2,48	0,667	23	1	57,04	321,216	378,256	11198,368
16	-	44,32	25	0,5	0,676	86	5	43	1627,59	1670,59	12868,958
17	1950,87	70,44	25	2,48	0,678	23	2	57,04	652,948	709,988	13578,946
18	-	44,32	25	0,5	0,680	86	5	43	1637,15	1680,15	15259,096

19	1950,87	70,44	25	2,48	0,701	23	2	57,04	674,936	731,976	15991,072
20	-	44,32	25	0,5	0,711	86	5	43	1711,24	1754,24	17745,312
21	1950,87	70,44	25	2,48	0,720	23	1	57,04	346,55	403,59	18148,902
22	-	44,32	25	0,5	0,724	86	5	43	1742,31	1785,31	19934,212
23	1950,87	70,44	25	2,48	0,727	23	2	57,04	699,792	756,832	20691,044
24	-	44,32	25	0,5	0,748	86	5	43	1797,28	1840,28	22531,324
25	12154,4	438,85	25	19,38	0,748	23	1	445,74	359,934	805,674	23336,998
26	10986,21	396,67	32	3,5	0,677	57	4	199,5	1303,984	1503,484	24840,482

Потери давления в стояке 18 (с 6' по 29' участка) составляют 24840,482Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_{cm.17} - \sum P_{cm.18}}{\Delta P_{cm.17}} = \frac{26563,278 - 24840,482}{26563,278} \cdot 100\% = 6,5\% < 15\%$$

Так как условие выполняется, то расчет считается законченным.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

3.1 Требования, предъявляемые к вентиляции

Вентиляционные установки – устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя комфортно и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье.

Назначение вентиляции – обеспечить санитарно – гигиенические условия для пребывания в помещении человека – температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха (подвижность) и чистоту воздуха, для чего вентиляционные устройства должны ассимилировать или удалять избыточную теплоту, влагу, а также газы, пыль с соблюдением при этом определенной подвижности воздуха в помещении.

При проектировании вентиляции традиционно предпочтение отдается наиболее простым из обеспечивающих заданные условия способам. При этом следует стремиться уменьшить производительность систем, принимая целесообразные конструктивно – планировочные решения здания, внедряя технологические процессы с минимумом вредных выделений.

Вентиляционная система – это совокупность устройств для обработки, транспортирования, подачи и удаления воздуха.

Для жилых комплексов с административными помещениями вентиляционными устройствами должны поддерживаться параметры температуры, относительной влажности, подвижности и чистоты воздуха на определенном уровне, вытекаемом из особенностей назначения жилого комплекса; таким образом, должны обеспечиваться санитарно – гигиенические и технологические требования, предъявляемые к вентиляции.

Устройства вентиляции должны удовлетворять следующим требованиям:

- площадь для размещения вентиляционного оборудования и каналов должна быть минимальной; размещение вентиляционных каналов, устройств

для раздачи и забора воздуха должно сочетаться с архитектурным обликом помещений и не ухудшать интерьеров;

- в жилых комплексах вентиляционные устройства должны обеспечивать комфортные условия для всех рабочих офисов и клиентов;
- должна быть обеспечена хорошая вибро- и звукоизоляция вентиляционного оборудования от строительных конструкций;
- в высшей степени важна эксплуатационная характеристика систем вентиляции, которая, как правило, должна учитываться при проектировании, возможность надежной наладки и регулирования работы отдельных элементов, устройств систем вентиляции с целью обеспечения или требуемого изменения расходов воздуха в приточных и вытяжных отверстиях (приточных насадок, местных отсосов); регулирование работы калориферов, вентиляторов и других устройств; удобство обслуживания и ремонта и др.;
- минимальная стоимость оборудования и строительно – монтажных работ, максимально – возможная экономия электроэнергии и топлива при эксплуатации вентиляционных установок, возможности легкого и надежного регулирования или переключения с одного режима работ на другой при изменении выделения расчетных вредностей.

3.2 Принципы устройства вентиляции

Для обеспечения, требуемого по санитарным нормам качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении; вместо удаляемого (вытяжного) вводится свежий, после соответствующей обработки воздуха.

По способу осуществления перемещения воздуха устраивают системы естественные и механические. В естественных системах вентиляции перемещение воздуха производится за счет разности давлений воздуха наружного и внутреннего или за счет действия ветра. В механических

системах вентиляции перемещение воздуха осуществляется с помощью вентиляторов.

По принципу конструктивного оформления системы вентиляции делятся на общеобменные, местные и смешанные [6].

Общеобменная вентиляция – система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.

3.2.1 Особенности вентиляции жилого комплекса

Современное строительство жилых комплексов характеризуется созданием объемно – планировочных решений с применением многоуровневых пространственных элементов, сочетанием различных функциональных зон. Жилые многофункциональные комплексы – как объекты с массовым пребыванием людей – требуют решения вопросов, связанных с безопасным функционированием и надежностью работы инженерных систем, с обеспечением заданного микроклимата и энергосбережения.

3.2.2 Вентиляция воздуха жилого комплекса

Организация систем вентиляции воздуха для многофункционального комплекса осуществляется на основании изучения объемно – планировочных решений здания, действующих нормативных документов на проектирование и строительство групп помещений, входящих в состав комплекса. Проектирование выполняется на основании технического задания на проектирование, согласованного с заказчиком и содержащего исходные данные на проектирование, требования по обеспечению микроклимата, указания по сроку службы систем, оборудования и др. В многофункциональном здании системы вентиляции воздуха организуется отдельно для групп помещений каждого пожарного отсека.

Правильный выбор систем вентиляции с учетом объема помещений и режима работы, интенсивность тепло-, влагопоступлений обеспечивает повышенный уровень комфорта для пользователя, сокращает эксплуатационные расходы. Также уровень комфорта повышает уменьшение размеров управляемых зон, более совершенные системы управления. В многофункциональном здании большой площади важно оптимизировать места размещения оборудования, шахт, прокладку труб, воздуховодов на основании анализа разных вариантов размещения и прокладки коммуникаций смежных разделов проекта. Достаточно часто системы вентиляции неэффективны из-за наличия в воздухе загрязнений от внешних источников. Системы приточно – вытяжной вентиляции предусматриваются отдельными для групп помещений различного назначения с учетом размещения их в разных пожарных отсеках. В целом по зданию обеспечивается баланс по расходу приточного и вытяжного воздуха.

3.2.3 Воздухораспределение в жилом комплексе

Воздухораспределение в административных помещениях, торговых залах, торговых галереях, принято по схеме «сверху – вверх», через воздухораспределительные устройства потолочного типа. При использовании комбинированных систем приточный воздух от СКВ и охлажденный воздух от вентиляторных доводчиков достаточно равномерно распределяется по большому объему помещений торговых залов. Такое решение обеспечивает возможность перепланировки помещений для арендаторов. В настоящее время проектирование инженерных систем многофункциональных комплексов выполняется в соответствии с действующими нормативными документами для каждой части здания разного функционального назначения. Однако для проектирования и строительства многофункциональных жилых комплексов требуется корректировка действующих нормативных документов и разборка комплекса

научно – методических материалов с учетом опыта проектируемых, строящихся и эксплуатируемых торговых комплексов.

Смешанная вентиляция – система, в которой сочетаются элементы общеобменной и местной вентиляции. Обычно установленные здесь системы полностью воздушные.

В системы механической общеобменной приточной вентиляции входят воздухоприемное устройство для наружного воздуха с клапаном, фильтр для очистки воздуха от пыли в наружном воздухе, воздухонагреватели – калориферы, вентилятор, сеть воздухопроводов и устройства выпуска воздуха в рабочее помещение.

3.3 Вытяжная система вентиляции

В вытяжные системы механической вентиляции входят: местные отсосы, воздуховоды, фильтры для очистки воздуха от пыли, вентилятор, вытяжная шахта с утепленным клапаном для отключения системы от наружного воздуха.

При проектировании строительной и технологической частей производственных зданий следует предусматривать площади для размещения вентиляционного оборудования.

Снаружи здания по условиям эксплуатации вентиляционные агрегаты размещать не рекомендуется. В целях экономии полезной производственной площади вентиляционные установки можно располагать на площадках на высоте 3 – 4м от пола.

Радиус действия систем вентиляции можно принимать не более 30 – 40м при скорости воздуха в воздуховодах $v = 6 \div 10$ м/с и до 60 – 70м при $v < 6$ м/с.

3.3.1 Расчет общеобменной вентиляции

3.3.1.1 Количество воздуха, подаваемого в помещение [6]

$$L = n \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.1)$$

где n – кратность воздухообмена в помещении, принимаемая по [6];

V_n – объем помещения, m^3 .

Помещения первого этажа:

$$L = 2,8 \cdot 1080 = 3025 m^3 / ч.$$

3.3.1.2 Объем вытяжного воздуха принимаем равным объему приточного, т.е.

$$L = L_g, m^3 / ч \quad (3.2)$$

Помещения первого этажа:

$$L_g = 3025 m^3 / ч.$$

3.3.2 Аэродинамический расчет воздуховодов системы вытяжной вентиляции

Вытяжка воздуха из помещения организована через вытяжную систему. Производительность системы $L = 4946, m^3/ч$. Воздуховоды выполнены из стали. Расчет ведем по схеме вытяжной вентиляции. Аэродинамический расчет состоит из двух этапов: расчет участников основного направления – магистрали и увязки всех остальных участков системы. Целью аэродинамического расчета является определение размеров сечений всех участков системы при заданном расходе воздуха через них. Расчет производится по методу удельных потерь давления.

3.3.2.1 Для проведения аэродинамического расчета вычерчивается аксонометрическая схема системы вентиляции. По аксонометрической схеме и планам строительной части проекта определяется протяженность отдельных ветвей системы.

3.3.2.2 Сеть воздуховодов разбирается на отдельные участки и определяется расход воздуха на каждом из них. Расчетный участок характеризуется постоянным расходом воздуха. Расходы определяют

суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода воздуха и длины каждого участка наносят на аксонометрическую схему. Границами между отдельными участками служат тройники.

3.3.2.3 Выбирается магистраль. В качестве магистрали назначается наиболее протяженная и нагруженная цепочка последовательно расположенных расчетных участков. Участки магистрали нумеруются, начиная с наиболее отдаленного. Номер, расхода воздуха и длина каждого участка заносятся в графу 1 и 2 таблицы аэродинамического расчета.

3.3.2.4 По табл. 12.15 [6], зная расход воздуха на каждом участке и задавшись рекомендуемыми скоростями воздуха [7] (в магистрали $v = 9 \div 12$ м/с, в ответвлениях $v = 6 \div 9$ м/с), находится предварительный диаметр труб d . Для этого диаметра при данном расходе устанавливают фактическую удельную потерю давления на трение на 1 м длины участка R_{ϕ} и динамическое H_d .

3.3.2.5 Потери давления на трение на участке воздуховода определяются по формуле

$$R = l \cdot R_{\phi}, \text{ Па} \quad (3.3)$$

где l – длина участка воздуховода, м.

3.3.2.6 Определяются потери в местных сопротивлениях. Вначале устанавливается перечень местных сопротивлений на каждом участке и значения коэффициентов местных сопротивлений для них по таблице 12.16 ÷ 12.20 [6].

Сумму коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке сводят в таблицу 5. Результаты $\sum \zeta$ заносят в графу 7 таблицы.

3.3.2.7 Потери давления на местные сопротивления [7]

$$Z = H_o \cdot \sum \zeta, \text{ Па} \quad (3.4)$$

Результаты расчета заносят в графу 9 таблицы.

3.3.2.8 Общие потери давления на каком – либо участке воздуховода

$$\Delta P_{уч} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (3.5)$$

3.3.2.9 Рассчитав общие потери давления на каждом участке $\Delta P_{уч}$ определяются суммарные потери давления на всех участках системы $H_n = \sum (R \cdot l + Z)$, величину которых записывают в графу 11 таблицы.

3.3.2.10 Узязку всех остальных участков системы проводят, начиная с самых протяженных ответвлений. Методика узязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. Разница состоит лишь в том, что при узязке 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. $(R \cdot l + Z)_{отв} = (R \cdot l + Z)_{парал.уч.}$. для расчета ответвления применяется способ последовательного подбора.

Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 10%:

$$\frac{(R \cdot l + Z)_{отв} - (R \cdot l + Z)_{парал.уч.}}{(R \cdot l + Z)_{парал.уч.}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (3.6)$$

Таблица 10 – Расчетная таблица сети воздуховодов В-2-П, обеспечивающих вытяжку воздуха

№ участка	Количество воздуха L , м ³ /ч	Длина l , м	Диаметр d , мм	Скорость v , м/с	Потери давления на трение, кг/м ²		Сумма коэф-тов местных сопротивлений	Скоростное давление H_v , кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления Z , кг/м ²	Общие потери давления на участке $R \cdot l + Z$, кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети H_n , кг/м ²
					на 1 м R .	На всем участке $R \cdot l$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	206	3,4	200	2,1	0,067	0,2278	1,246	0,27	0,336	0,56422	
2	412	1,5	315	2,6	0,044	0,066	0,8	0,4138	0,3311	0,3971	0,9613
3	618	1,5	315	3,15	0,089	0,1335	0,8	0,6075	0,486	0,6195	1,5808
4	824	1,5	315	3,38	0,102	0,153	0,8	0,6994	0,5595	0,7125	2,29338
5	1030	2,5	315	3,56	0,113	0,2825	1,8	0,7759	1,3966	1,6791	3,97256
6	1236	1,5	315	5,21	0,125	0,1875	0,8	1,6618	1,32950	1,5170	5,4895
7	1442	1,5	315	6,10	0,185	0,2775	0,8	2,2781	1,82253	2,1000	7,58960
8	1648	39	400	6,85	0,211	8,229	24,776	2,8728	71,1766	79,405	86,995
ответвления											
1'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,106	0,1408	0,1557	0,1682	
2'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,646	0,1408	0,2317	0,2442	
3'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
4'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
5'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
6'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
7'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
8'	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 86,99 \text{ кг/м}^2$.

Таблица 11 – Расчетная таблица сети воздуховодов В-2-1, обеспечивающих вытяжку воздуха

№ участка	Количество воздуха L, м ³ /ч	Длина l, м	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с	Потери давления на трение, кг/м ²		Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Скоростное давление H ₀ , кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления Z, кг/м ²	Общие потери давления на участке R·l+Z, кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети H _n , кг/м ²
					на 1 м R.	на всем участке R·l					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	130	1,2	160	1,98	0,022	0,0264	1,246	0,2400	0,2990	0,3254	
2	260	0,7	250	2,2	0,026	0,0182	0,8	0,2963	0,2370	0,2552	0,580
3	390	0,7	250	2,36	0,031	0,0217	1,04	0,3409	0,354	0,3763	0,956
4	520	0,7	300	2,45	0,034	0,0238	0,8	0,367	0,294	0,3178	1,274
5	650	0,7	300	2,68	0,036	0,0252	1,05	0,4397	0,4617	0,4869	1,7613
6	780	0,7	300	2,89	0,038	0,0266	0,8	0,5113	0,4090	0,4356	2,197
7	910	0,7	400	3,25	0,04	0,028	1,13	0,6466	0,730	0,7587	2,9557
8	1040	39	500	4,56	0,045	1,755	22,776	1,2730	28,99	30,750	33,706
ответвления											
1	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,106	1,0042	1,1106	1,1706	
2	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,646	1,0042	1,6529	1,7129	
3	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,506	1,0042	1,5123	1,5723	
4	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,506	1,0042	1,512	1,5723	
5	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,506	1,0042	1,5123	1,5723	
6	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,501	1,0042	1,5073	1,5673	
7	130	0,3	160	4,05	0,2	0,06	1,501	1,0042	1,507	1,5673	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 33,706 \text{ кг/м}^2$.

Общее количество вытягиваемого воздуха помещений различного назначения первого этажа составляет $L = 14654 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для удаления данного количества воздуха необходимо установить вентиляторы со следующими параметрами (таблица 12).

Таблица 12 – Вентиляторы, установленные в системах вентиляции

Наименование системы вентиляции	Мощность, кВт	Скорость вращения колеса, об/мин.	Марка вентилятора
В-2-П	0,75	1000	Евромаш В006-300-6,3в
В-2-1	0,37	1000	Евромаш В006-300-6,3а

3.4 Приточная система вентиляции

Приточные системы обеспечивают в помещение подачу наружного воздуха, подогреваемого в зимнее время до необходимой температуры в помещении. Приточные системы вентиляции состоят из следующих конструктивных элементов [7]:

- 1) воздухоприемного устройства, через которое наружный воздух поступает в систему;
- 2) приточной камеры, в которой размещаются вентилятор с электродвигателем и предназначенные для соответствующей обработки воздуха и устройства;
- 3) сети воздуховодов, по которым воздух от вентилятора направляется в отдельные помещения;
- 4) жалюзийных решеток или сеток, устанавливаемых при выходе воздуха из приточных отверстий;
- 5) регулирующих устройств (дроссель клапанов или задвижек, устанавливаемых в воздухоприемных отверстиях и на ответвлениях воздуховодов).

3.4.1 Устройства для забора воздуха

Воздухоприемные устройства следует располагать так, чтобы в них поступал незагрязненный наружный воздух. Конструктивное оформление воздухоприемных устройств должно быть увязано с архитектурным оформлением здания [6].

В торговом комплексе наружный воздух рекомендуется забирать через проемы в стенах. В этих случаях воздух поступает в приточную камеру через жалюзийные решетки с подвесными утепленными клапанами, которые устанавливают по мере надобности как самостоятельный элемент узла воздухозабора.

Воздухозабор осуществляется на чердаке здания. Забор воздуха осуществлен через жалюзийные решетки с воздушными утепленными

клапанами КВУ размерами 1600 × 1000 мм [6]. Клапан воздушный утепленный КВУ предназначен для регулирования подачи воздуха в системах вентиляции (в том числе приточно – вытяжной). На стыке поворотных лопаток клапана воздушного утепленного КВУ устанавливаются электронагревательные элементы (ТЭНы) для предохранения лопаток от смерзания в зимний период эксплуатации. Клапан воздушный утепленный КВУ комплектуется исполнительными механизмами типа МЭО, «BELIMO» и пр. или рычагами ручного управления поворотными лопатками.

3.4.2 Расчет приточных воздухораспределительных устройств

Подача в помещение осуществляется пристенными воздухораспределителями, установленными в рабочей зоне. Скорость воздуха в помещении $v_x = 0,1$ м/с. Допустимый перепад температур $\Delta t_{don} = 3$ °С в расчетном сечении на расстоянии от воздухораспределителя $x_3 = 3,9$ м. Разность температур между температурой приточного воздуха и воздуха в рабочей зоне $\Delta t_o = 3$ °С. Необходимо подобрать воздухораспределители и их количество для обеспечения необходимого количества воздуха в помещении.

3.4.2.1 Количество воздуха, подаваемого в помещение [7]

$$L = n \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.7)$$

где n – кратность воздухообмена в помещении, принимаем по [7];

V_n – объем помещения, м^3 .

Помещения первого этажа:

$$L = 2,8 \cdot 1080 = 3025 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.4.2.2 Принимается к установке воздухораспределитель типа 4АПР, площадью

$$F_o = 0,019, \text{ м}^2 [7].$$

3.4.2.3 Для выбора расчетной формулы определяется величина x [7]

$$x = m \cdot \sqrt{F_o}, \text{ м}, \quad (3.8)$$

где $m = 0,9$ – коэффициент, характеризующий интенсивность затухания скорости потока по длине приточной струи, принимаемый по табл. 8.5 [13].

$$x = 0,9 \cdot \sqrt{0,019} = 0,12, \text{ м}.$$

Так как заданное $x_3 = 3,9 \text{ м} > x = 0,12 \text{ м}$, в этом случае расчет будет проводиться по нижеследующим формулам [7].

3.4.2.4 Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя [6]

$$v_o = \frac{v_x \cdot x}{m \cdot \sqrt{F_o} \cdot K_b}, \text{ м/с}, \quad (3.9)$$

где K_b – поправочный множитель, учитывающий взаимодействие струи, $K_b = f(1;x)(1 - \text{расстояние между воздухораспределителями})$.

В данном случае множитель K_b не учитывается, так как воздухораспределители устанавливаются на значительном расстоянии друг от друга, т.е. $K_b = 1$.

$$v_o = \frac{0,1 \cdot 3,9}{0,9 \cdot \sqrt{0,019}} = 3,15, \text{ м/с}.$$

3.4.2.5 Количество воздуха на один воздухораспределитель [7]

$$L_o = 3,600 \cdot v_o \cdot F_o, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.10)$$

$$L_o = 3,600 \cdot 3,15 \cdot 0,019 = 215, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.4.2.6 Количество воздухораспределителей

$$N = \frac{L_{\text{общ}}}{L_o}, \text{ шт} \quad (3.11)$$

в помещениях первого этажа $N = \frac{3025}{215} = 13, \text{ шт}$

3.4.2.7 Аэродинамический расчет приточной системы вентиляции

Расчет приточной системы вентиляции проводится по методике расчета вытяжной системы вентиляции, изложенной выше.

Таблица 13 – Расчетная таблица сети воздуховодов П-1-1, обеспечивающих приток воздуха

№ участка	Количество воздуха L, м ³ /ч	Длина l, м	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с	Потери давления на трение, кг/м ²		Сумма коэф-тов местных сопротивлений	Скоростное давление Н _в , кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления Z, кг/м ²	Общие потери давления на участке R·l+Z, кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети Н _н , кг/м ²
					на 1м R.	на всем участке R·l					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	380	3,8	125	2,1	0,067	0,2546	1,246	0,27	0,33642	0,5910	
2	1140	3,8	225	2,6	0,044	0,1672	5,8	0,4138	2,40049	2,5676	3,13190
3	1520	3,8	250	3,15	0,089	0,3382	5,8	0,6075	3,5235	3,8617	6,9936
4	1900	3,8	280	3,38	0,102	0,3876	5,8	0,6994	4,0568	4,4444	11,438
5	2280	3,8	315	3,56	0,113	0,4294	1,8	0,7759	1,39668	1,8260	13,26
6	2660	3,8	315	5,21	0,125	0,475	5,6	1,6618	9,30654	9,7815	23,045
7	3420	8,6	500	7,2	0,21	1,806	15,8	3,1738	50,147	51,953	74,998
8	380	3,8	125	3,5	0,098	0,3724	1,5	0,75	1,125	1,4974	76,496
9	760	3,8	180	4,8	0,12	0,456	4,5	1,4106	6,3477	6,8037	
ответвления											
1'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,106	0,1408	0,1557	0,1682	
2'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,646	0,1408	0,2317	0,2442	
3'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
4'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
5'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
6'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
7'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
8'	380	0,5	125	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 76,49 \text{ кг/м}^2$.

3.5 Подбор приточной установки для подачи воздуха

3.5.1 Проверочный расчет калорифера приточных установок

Данный расчет проводится для проверки обеспечения данной мощности калорифера, нагрев необходимого количества воздуха до требуемой температуры.

Калорифер, установленный в приточной установке П-1-п, имеет мощность 80 кВт, П-1-1 – мощностью 50 кВт, П-1-2 – мощностью 60 кВт и они должны обеспечивать нагрев воздуха от температуры на входе в установку $t_n = -39^\circ\text{C}$ до температуры $t_k = 15^\circ\text{C}$ на выходе из нее.

Определяется необходимая теплоотдача установок

$$Q = c_g \cdot L_n \cdot (t_k - t_n), \text{ кВт}, \quad (3.12)$$

где c_v – весовая теплоемкость воздуха, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

$t_n = -39^\circ\text{C}$ – наружная температура воздуха [7];

$t_k = 15^\circ\text{C}$ – конечная температура воздуха на выходе из аппарата (принимается по рекомендации [6]).

$$Q_{П-1-1} = 1 \cdot \frac{3000}{3600} \cdot (15 + 39) = 45, \text{ кВт.}$$

Т.к. расчетная теплоотдача установки меньше мощности калориферов установленного в приточной установке, следовательно, можно сделать вывод, что данные калориферы обеспечивают необходимый нагрев заданного количества воздуха.

Т.к. количество приточного воздуха составило $L = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (первого этажа), выбирается и устанавливается приточная установка П2 (Стандарт-150), со следующими параметрами:

П-1-1 (Стандарт-150):

производительность	3595, м ³ /час;
потребляемая мощность	1,5, кВт;
синхронная частота вращения вала	1200, об/мин;
мощность калорифера	66, кВт;
фильтрующий элемент, класс очистки	EU3.

3.6 Воздушно – тепловые завесы

Воздушно – тепловые завесы предназначены для отсекаания холодных масс наружного воздуха от воздушного пространства помещений в технологических проемах, дверях, воротах и при открытии. Во всех промышленных зданиях воздушные завесы у проемов в наружных ограждениях рекомендуется устраивать, если расчетная зимняя температура наружного воздуха района равна или ниже минус 15°C . Следовательно, необходимо установить тепловую завесу для входных дверей на первом этаже и произвести расчет, учитывая, что двери открываются 200 раз в час,

которые состоят из двух дверей со створками размерами 2×3,5м; расчетная температура наружного воздуха для системы отопления в городе Кемерово $t_{н.о} = -39^{\circ}C$ [1]; расчетная температура воздуха в помещении $t_{в} = +15^{\circ}C$ [1].

В случаях возможной остановки транспорта в открытом проеме или опасности засорения горизонтальной щели сыпучим материалами, падающими с проходящего транспорта, следует, что лучше установить тепловую завесу с подачей струи не снизу вверх, а с боковой подачей воздуха. Завесы этого вида получили наиболее широкое распространение.

Завеса состоит из вентиляторно – теплового силового блока и раздаточного короба. Вентиляторно – тепловой блок включает в себя: входную сетку, канальный вентилятор типа ВК, калориферный блок с калорифером. Для согласования производительности калорифера и вентилятора дополнительно установлен воздушно – перепускной клапан. Раздаточный короб имеет ряд воздушных щелей. Вентиляторно – тепловой блок соединен с раздаточным коробом через гибкую вставку. Воздушно – тепловые завесы оснащаются электрическими калориферами.

Расчет производится по методике, изложенной в литературе [7]

3.6.1 Расчетная разность давления по обе стороны вход

$$\Delta p_{ex} = g \cdot (H_{зд} - 0,5h_{дв}) \cdot (\rho_n - \rho_v), \text{Па}, \quad (3.14)$$

где $H_{зд}$ – высота здания от поверхности земли до верха карниза, м;

$h_{дв}$ – высота створки входных дверей, м;

ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³;

ρ_v – плотность внутреннего воздуха, кг/м³.

$$\Delta p_{ex} = 9,81 \cdot (3 - 0,5 \cdot 2,2) \cdot (1,514 - 1,212) = 5,63, \text{Па}.$$

3.6.2 Удельный поток холодного воздуха

$$j_{ex} = \mu_{ex} \cdot (2 \cdot \rho_n \cdot \Delta p_{ex})^{0,5}, \frac{\text{кг}}{(\text{с} \cdot \text{м}^2)}, \quad (3.15)$$

где μ_{ex} – коэффициент расхода воздуха, принимаемый по табл.4.8 [4], для двойных дверей с тамбуром, равным 1,2;

$$j_{\text{вх}} = 1,2 \cdot (2 \cdot 1,514 \cdot 5,63)^{0,5} = 4,95, \frac{\text{кг}}{(\text{с} \cdot \text{м}^2)}.$$

3.6.3 Количество холодного воздуха, поступающего в здание

$$G_{\text{вх}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot j_{\text{вх}} \cdot F_{\text{дв}} \cdot \tau_3 \cdot N, \text{ кг/с}, \quad (3.16)$$

где $F_{\text{дв}}$ – площадь открываемой створки двери, м^2 ;

τ_3 – эквивалентное время открывания дверей, с. Для расчетов принимают при проходе одного человека через двойные двери равным 1,5с.;

N – число входящих людей через вход в 1 ч;

$2,5 \cdot 10^{-4}$ – коэффициент, учитывающий задерживающее влияние фигуры человека, отнесенный к 1 с.

$$G_{\text{вх}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 4,95 \cdot 2 \cdot 2,5 \cdot 1,5 \cdot 150 = 1,3, \text{ кг/с}.$$

3.6.4 Теплотраты на нагревание холодного воздуха

$$Q_{\text{вх}} = G_{\text{вх}} \cdot c \cdot (t_6 - t_n), \text{ Вт}, \quad (3.17)$$

где $c=1005, \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ – теплоемкость воздуха.

$$Q_{\text{вх}} = 1,3 \cdot 1005 \cdot (15 + 39) = 70551 \text{ Вт}.$$

3.6.5 Расход холодного воздуха, подаваемого для воздушно – тепловой завесы, нагретого до $t_r = 50^\circ\text{C}$

$$G_3 = \frac{Q_{\text{вх}}}{c \cdot (t_r - t_6)}, \text{ кг/с} \quad (3.18)$$

$$G_3 = \frac{70551}{1005 \cdot (50 - 15)} = 2 \text{ кг/с}.$$

3.6.6 Объем подаваемого воздуха

$$L_3 = 3600 \cdot \frac{G_3}{\rho}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.19)$$

$$L_3 = 3600 \cdot \frac{2}{1,098} = 6552, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.6.7 Тепловая мощность калорифера

$$Q_3 = G_3 \cdot c \cdot (t_r - t_n), \text{ Вт} \quad (3.20)$$

$$Q_3 = \frac{2 \cdot 1000}{3600} \cdot 1005 \cdot (50 - (-39)) = 49691,67, \text{ Вт}.$$

По объему подаваемого воздуха $L_3 = 6552 \text{ м}^3/\text{ч}$ и тепловой мощности калорифера $Q_3 = 49691,67 \text{ Вт}$, подбирается воздушно – тепловая завеса с электрическим источником тепла типа TIMBERK TNC WT1 24M в количестве двух штук с параметрами:

производительность по воздуху	3250 м ³ /ч;
тепловая мощность	24 кВт;
теплоноситель	электричество;
длина воздуховода завесы	4м;
скорость струи на выходе	11/с;
габаритные размеры	300×200×1960, мм;
вес	55,кг.

Назначение тепловой завесы Timberk TNC WT1 24M – это защита отапливаемого помещения от проникновения холодного воздуха через различные источники.

Отличительными деталями устройства являются ржаво-стойкие трубчато-образные нагревательные компоненты, уникальная техника производства которого, гарантирует эффективность и длительный срок эксплуатации прибора.

Одним из немаловажных преимуществ тепловых завес данной серии является увеличение объема воздуха благодаря повышенной площади забора кислорода.



Рисунок.1 Завеса с электрическим источником тепла.

3.7 Мероприятия по уменьшению шума в воздуховодах

Шум вентиляторов в системах вентиляции распространяется в основном по воздуховодам. Для снижения аэродинамического шума в воздушном потоке применяют шумоглушители. Шумоглушитель – элемент системы вентиляции, имеющий большую площадь поверхности и покрытый звукопоглощающим материалом. Существует несколько конструктивных типов шумоглушителей:

пластинчатые и трубчатые.

Пластинчатый шумоглушитель – коробка из тонкого листового материала, разделенная вдоль прохода воздуха пластинами, облицованными звукопоглощающим материалом. Для поглощения звука используют стекловату, войлок и т.п. обычно пластинчатые шумоглушители принимают для больших воздуховодов. Расстояние между ячейками шумоглушителя – от 75 до 300мм, причем с уменьшением ячеек снижается шум, но возрастают потери давления. Чтобы снизить потери давления от трения, звукопоглощающий материал подвергают противоабразивной обработке или покрывают тонким пластиком.

Трубчатый шумоглушитель – две трубы круглого или прямоугольного сечения, вставленные одна в другую. Наружная труба гладкая, а внутренняя – перфорированная. Пространство между ними наполнено звукопоглощающим материалом. Размеры внутренней трубы равны размерам воздуховода, куда установлен шумоглушитель.

Учитывая то, что воздуховод в помещении большого сечения, установим пластинчатый шумоглушитель между вентилятором и магистральным воздуховодом и рассчитаем его размеры.

3.7.1 По табл.17.1 [7] выбираем по типу помещения рекомендуемые номера предельных спектров (ПС) и уровни звука по шкале А, характеризующие допустимый шум от системы вентиляции:

Для торгового комплекса ПС = 35, А = 40дБ.

По табл. 17.3 [7] определяются активные уровни звукового давления $L_{доп}$ при частотах октавных полос 125 и 250 Гц.

$$L_{доп}^{125} = 52 \text{ дБ} \qquad L_{доп}^{250} = 45 \text{ дБ}$$

3.7.2 Фактический уровень шума в расчетной точке по формуле

$$L = L_{\text{вотк}} + 10 \lg \cdot (\Phi / 4\pi x_n^2 + 4\Phi / B), \text{ дБ}, \quad (3.21)$$

где Φ – фактор направленности излучения шума, $\Phi = 1$;

x_n – расстояние от источника шума до рабочей зоны, м;

$L_{\text{в отк}}$ – откатный уровень звуковой массивности вентилятора, дБ.

$$L_{\text{вотк}} = L_{p.\text{общ}} - \Delta L_1 + \Delta L_2, \text{ дБ}, \quad (3.22)$$

$L_{p.\text{общ}}$ – общий уровень звуковой мощности вентилятора, дБ;

L_1 – поправка, учитывающая распределение звуковой мощности вентилятора по октановым полосам, дБ, принимается по выбранному типу вентилятора и частотам вращения по табл.17.5 [7]

$$L_1^{125} = 7 \text{ дБ} \qquad L_1^{250} = 5 \text{ дБ}$$

L_2 – поправка, учитывающая акустическое влияние присоединения воздуховода к вентилятору, дБ, принимается по табл.17.6 [7];

$$L_2^{125} = 3 \text{ дБ} \qquad L_2^{250} = 0,5 \text{ дБ}$$

$$L_{p.\text{общ}} = \tau + 10 \lg Q + 25 \lg H + \delta, \text{ дБ}, \quad (3.23)$$

τ – критерий шумности, дБ, зависящий от типа и конструкции вентилятора, по табл.17.4 [4];

H – полное давление вентилятора, кг/с;

δ – поправка на режим работы, дБ

$$L_{p.\text{общ}} = 41 + 10 \lg(2960 / 3600) + 25 \lg(450 / 9,8) = 81,65 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{вотк}}^{125} = 81,65 - 7 + 3 = 77,65 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{вотк}}^{250} = 81,65 - 5 + 0,5 = 77,15 \text{ дБ}$$

$$L_p^{125} = 77,65 + 10 \lg(1 / 4 \cdot 3,14 \cdot 4,6) = 60,03 \text{ дБ}$$

$$L_p^{250} = 77,15 + 10 \lg(1 / 4 \cdot 3,14 \cdot 4,6) = 59,53 \text{ дБ}$$

3.7.3 Требуемое снижение уровня звука

$$\Delta L_p^{mp} = L_p - L_{дон} - \sum_{i=1}^n L_{эл.сему} + B + 10 \lg m, \text{ дБ} \quad (3.24)$$

$$\Delta L_{эл.сему}^{125} = 60,03 - 52 - 12,83 + 5 = 0,2, \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{эл.сему}^{250} = 59,53 - 45 - 18,68 + 5 = 0,85, \text{ дБ}$$

3.7.4 Ориентировочное сечение шумоглушителя

$$f_{оп}^u = L / 3600 \cdot g_{дон} = 2960 / 3600 \cdot 6 = 0,137, \text{ м}^2$$

3.7.5 По табл.17.17 [7] формируется конструкция шумоглушителя:

Принимается шумоглушитель пластинчатый $f_g = 1,9 \text{ м}^2$.

Внешние размеры $1300 \times 1200 \text{ мм}$, длина 2 м .

Снижение шума $L^{125} = 12 \text{ дБ}$ $L^{250} = 20 \text{ дБ}$

$$g_g = 5,79 \text{ м/с.}$$

$$\Delta P_u = \left(\xi_u + \lambda_{mp} \cdot \frac{l}{D_u} \right) \cdot \frac{\rho \cdot g_u^3}{2}$$

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{K_u}{D} \right)^{0,25}$$

$$\text{Re} = \frac{g_d l}{\nu} = \frac{5,79 \cdot 1,3}{15,1 \cdot 10^{-6}} = 575166$$

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{575166} + \frac{0,1}{1,3} \right)^{0,25} = 0,056$$

$$\Delta P_u = \left(2 + 0,056 \cdot \frac{2}{1,3} \right) \cdot \frac{1,2 \cdot 5,79^2}{2} = 41,73, \text{ Па.}$$

С помощью принятого шумоглушителя уровень шума удалось понизить до нормируемой допустимой величины, создаваемого установками вентиляции.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	бакалавр	Направление	теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Объект исследования жилой комплекс с административными помещениями в г. Кемерово</p> <ul style="list-style-type: none"> -оказание негативного воздействия на окружающую среду; -пожаробезопасность; -возникновение чрезвычайных ситуаций.
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> -ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования», для безопасного монтажа систем; -ФЗ №123 от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности»; -СНиП 41-01-2003 « Отопление, вентиляция и кондиционирование»; -Инструкции по ОТ монтажников отопления и вентиляции»
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Запыленность и загазованность; -Шум, вибрация и т.д.

<ul style="list-style-type: none"> – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Опасные факторы: -Различные машины и механизмы; -высота.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на окружающую среду: -загрязнение атмосферы различными выбросами; -загрязнение отходами.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Чрезвычайные ситуации: -авария (действия при возникновении, меры по ликвидации).</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей 	<p>Правила ТБ: -должностные инструкции по охране труда (общие требования безопасности); -положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве.</p>

<p>зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна		

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данный раздел посвящен рассмотрению комплекса 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 раздела:

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

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 уравнено совсем, либо находится в допустимых пределах.

4.1. Производственная безопасность

4.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при монтаже систем отопления и теплоснабжения в жилом комплексе со встроенными административными помещениями

При разработке дипломного проекта рассматривается проектирование систем отопления и теплоснабжения в жилом комплексе г. Кемерово. Объект представляет собой девятиэтажное здание с кафе и торговыми залами на первом этаже.

При монтаже систем отопления и теплоснабжения на данном объекте возникают опасные производственные факторы, воздействующие на рабочих. Сюда относятся:

- движущиеся части машин и механизмов и сами машины;
- отлетающие предметы;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- острые кромки предметов;
- нахождение на высоте;
- перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или холодный ожог;
- недостаточная освещенность в рабочей зоне;
- повышенная запыленность воздуха в рабочей зоне;
- повышенная или пониженная температура воздуха;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень вибрации;
- оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа.

4.1.2 Характеристика условий труда монтажников систем отопления в данном здании

При современной организации производства санитарно-технических работ монтаж систем центрального отопления, как правило, осуществляется с применением радиаторных узлов, блоков отопительных печей, секций калориферов, обвязанных трубопроводами и арматурой, и этаже стояков, заранее изготовленных в ЗМЗ или ЦЗМ.

При монтаже систем центрального отопления случаи травматизма могут возникнуть при выполнении таких наиболее трудоемких операций, как

сверление отверстий под радиаторные кронштейны, разноска радиаторных печей или блоков к местам монтажа и навеска их на радиаторные кронштейны. При выполнении названных операций необходимо сверление отверстий под радиаторные кронштейны выполнять специально обученному слесарю, имеющему удостоверение на право работы с электрифицированным инструментом. Слесаря-сверловщика необходимо обеспечить индивидуальными средствами защиты от поражения электрическим током. При разноске радиаторных печей или блоков к местам монтажа и навешивании их на радиаторные кронштейны не допускать случайного падения радиаторных печей. Для свертывания резьбовых соединений стояков на этаже необходимо иметь трубные ключи, соответствующие диаметру свертываемых труб.

По окончании монтажа смонтированная система отопления подвергается испытанию, проведение которого является весьма ответственной и небезопасной операцией. Испытание необходимо проводить в присутствии производителя работ (мастера). В последнее время широко применяется предварительное испытание смонтированных систем сжатым воздухом, при выполнении которого необходимо удалить с места испытания всех посторонних лиц; обеспечить обслуживание компрессора мотористом, имеющим право на выполнение этой работы; поддерживать давление воздуха в испытываемой системе не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²).

Для поддержания давления не выше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) устанавливается запломбированный предохранительный клапан, на котором должны быть клейма, указывающие инвентарный номер, рабочее давление, дату испытания и наименование завода-изготовителя. Однако независимо от того, что клапан испытывался на заводе-изготовителе, в каждом отдельном случае перед началом испытания клапан должен быть проверен на "срабатывание" при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см²). Во избежание

засорения клапана во время сбрасывания избыточного давления место подключения шланга от компрессора должно быть рядом с клапанами.

При предварительном испытании манометр должен быть проверен, проклеен и иметь все необходимые надписи со шкалой 0,25 МПа (2,5 кгс/см²); правильность показания манометра необходимо регулярно проверять контрольным манометром. При проверке мест утечки воздуха и при устранении дефектов монтажа необходимо работать в защитных очках со светлыми стеклами. Производить газосварочные и электросварочные работы разрешается только после выпуска воздуха из системы.

После устранения дефектов монтажа, выявленных в процессе предварительного пневматического испытания, приступают к гидравлическому испытанию системы отопления. До начала испытания необходимо ознакомить всех участвующих в нем рабочих с размещением арматуры и заглушек, а также со способами удаления воздуха из системы, порядком повышения и понижения давления во время испытания. Затем необходимо проверить всю установленную арматуру, крепление фланцев, сгонов и надежность временных заглушек; проверить исправность опрессовочного агрегата и манометра; установить дежурных на этажах и проинструктировать их. Испытывать систему нужно в присутствии мастера.

Испытательное давление для систем водяного отопления при гидравлическом испытании установлено равным 1,25 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²) в самой низкой точке системы. Повышать и понижать давление на испытываемом участке системы нужно постепенно, не допуская ударов и толчков.

4.1.2 Требования безопасности при монтаже систем отопления и вентиляции

В соответствии с ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования», для безопасного монтажа систем отопления и вентиляции, должны выполняться следующие требования:

Безопасность при монтаже инженерного оборудования зданий (сооружений) должна быть обеспечена выполнением содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием методов и средств для обеспечения вентиляции, пожаротушения, выполнения работ на высоте;
- методы и средства доставки и монтажа оборудования;
- меры безопасности при выполнении работ в траншеях и колодцах;
- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов.

Заготовка и подгонка труб должны выполняться в заготовительных мастерских. Выполнение этих работ на подмостях, предназначенных для монтажа трубопроводов, запрещается.

Все работы по устранению конструктивных недостатков и ликвидации недоделок на смонтированном оборудовании, подвергнутом испытанию продуктом, следует производить только после разработки и утверждения заказчиком и генеральным подрядчиком совместно с субподрядными организациями мероприятий по безопасности работ.

Установка и снятие перемычек (связей) между смонтированным и действующим оборудованием, а также подключение временных установок к действующим системам (электрическим, паровым, техническим и т. д.) без письменного разрешения генерального подрядчика и заказчика не допускаются.

Монтаж трубопроводов и воздухопроводов на эстакадах производится с инвентарных подмостей, снабженных лестницами для подъема и спуска работников. Подъем и спуск по конструкциям эстакад не допускаются.

Запрещается нахождение людей под устанавливаемым оборудованием, монтажными узлами оборудования и трубопроводов до их окончательного закрепления.

В помещениях, где производится обезжиривание, запрещается пользоваться открытым огнем и допускать искрообразование. Электроустановки в указанных помещениях должны быть во взрывобезопасном исполнении.

Работы по обезжириванию трубопроводов должны выполняться в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией. При выполнении работ на открытом воздухе работники должны находиться с наветренной стороны. Место, где проводится обезжиривание, необходимо оградить и обозначить знаками безопасности.

Работники, занятые на работах по обезжириванию трубопроводов, должны быть обеспечены соответствующими противогазами, спецодеждой, рукавицами и резиновыми перчатками.

Монтаж оборудования, трубопроводов и воздухопроводов вблизи электрических проводов (в пределах расстояния, равного наибольшей длине монтируемого узла или звена трубопровода) производится при снятом напряжении или при защите электропроводов от механического повреждения диэлектрическими коробами. При невозможности снятия напряжения работы следует производить по наряду-допуску, утвержденному в установленном порядке.

При продувке трубопроводов сжатым воздухом запрещается находиться в камерах и колодцах, где установлены задвижки, вентили, краны и т. п.

При продувке трубопроводов необходимо установить у концов труб щиты для защиты глаз людей от окалины и песка.

Запрещается находиться против или вблизи незащищенных концов продуваемых труб.

В процессе выполнения сборочных операций трубопроводов и оборудования совмещение отверстий и проверка их совпадения в монтируемых деталях должны производиться с использованием специального инструмента (конусных оправок, сборочных пробок и др.).

Проверить совпадение отверстий в монтируемых деталях пальцами рук не допускается.

При монтаже оборудования должна быть исключена возможность самопроизвольного или случайного его включения.

При разогреве труб и других элементов оборудования из пластмасс перед гнутьем, формованием и при сварке следует применять устройства, исключающие воздействие открытого огня на разогреваемые элементы оборудования. Эти устройства должны быть оборудованы системами контроля и регулирования температуры, обеспечивающими стабильность разогрева пластмасс до заданной температуры с точностью ± 5 °С. При неисправности системы контроля показателей температуры разогрев пластмасс не допускается.

Резка элементов оборудования из фторопласта с помощью абразивных кругов не допускается.

Отогреть пластмассовые трубы с замерзшим продуктом допускается только водой с температурой не более 40°C, а трубопроводов из полиэтилена высокого давления, фторопласта и поливинилхлорида — не более 60 °С. Отогрев этих трубопроводов паром или огнем способом не допускается.

4.2. Экологическая безопасность

Основным источником воздействия на окружающую среду при функционировании жилой застройки является коммунальное хозяйство, включающее совокупность предприятий и организаций по обслуживанию населения. Очень сложной является проблема отходов, объем которых пропорционален уровню экономического развития страны [23]. Важным источником загрязнения воздуха городов является сжигание мусора, в котором содержатся: 0,5 – 0,7% азота, 0,06 – 0,28% серы, 0,04 – 0,7 хлора и сотые доли процента свинца, никеля, меди, цинка. В состав газовых выбросов мусоросжигательных установок входят: углекислый газ, оксиды углерода, серы и азота, углеводороды, хлористый и фтористый водород, а также высокотоксичные тяжелые металлы. Так при сжигании 1т городского мусора в атмосферу выбрасывается 23г свинца, 4г ртути, 1,3г кадмия.

Очень серьезным загрязнителем является сброс стоков из городской канализационной сети и систем ливневой канализации. Эти стоки, прежде всего, воздействуют на поверхностные воды, а также на подземные воды и почву. Наиболее опасным загрязнителем являются человеческие экскременты.

Значительный ущерб окружающей среде наносится при осуществлении водоснабжения. Он обусловлен, прежде всего, изъятием больших количеств воды. Откачки больших объемов подземных вод приводят к оседанию земной поверхности.

Особенностью жилых районов является ухудшение водопроницаемости земной поверхности (уплотнение почвы, непроницаемые покрытия – асфальт, бетон и др.). это изменяет гидрографию поверхностного

стока, увеличивая число паводков и их интенсивность, а также понижает уровень грунтовых вод.

Определенное воздействие оказывают непосредственно само здание. Оно проявляется в давлении его массы и отепляющем влиянии, что приводит к изменению подстилающих грунтов (утепление, термопросадки, термокарст, тиксотропное разжижение и т.д.). застройка территории существенно изменяет климат, что выражается в снижении поступления солнечной радиации, влажности и скоростей ветра, повышении температур, изменения режима осадков и т.д.

Таким образом, в районах жилой застройки в той или иной степени изменены все природные компоненты. Они подвергаются разнообразным воздействиям: механическому, химическому, биохимическому, электрическому, тепловому и т.д.

Рассматривая методы смягчения воздействий, надо отметить необходимость комплексного подхода к решению этих проблем.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На строящемся объекте возможны такие чрезвычайные ситуации, как пожар, взрыв, ураган, землетрясение. Наиболее вероятные из них и способные существенно влиять на работу объекта – это пожары и ураганы.

Ураганом считается ветер, скорость которого более 30м/с. Но работа крана допускается лишь при ветре силой до 6 баллов. При ветре силой более 6 баллов работа крана должна быть прекращена и кран необходимо закрепить противоугонными средствами, а стрелу его опустить в горизонтальное положение.

Пожарная профилактика систем отопления предусматривает следующие основные мероприятия:

Для систем парового или водяного отопления ограничена допустимая температура нагрева на поверхности нагревательных приборов и

трубопроводов центрального отопления, при водяном отоплении - соответственно 150 и 110°C.

Нагревательные приборы, работающие при температурах 130 -150 °С, должны огораживаться сетками или экранами, изготовленными из негорючих материалов.

Трубопроводы, нагревательные приборы и калориферы, работающие при температуре теплоносителя выше 100 °С, должны отстоять от сгораемых элементов здания на расстоянии не менее 100 мм.

Вентиляция. Системы вентиляции с механическим побуждением в ряде случаев могут оказаться причиной возникновения пожара и распространения его в здании. В случае возникновения пожара в помещении возможно распространение его по воздуховодам в смежные помещения. Поэтому в помещениях необходимо предусматривать блокировку с пожарными извещателями устройств автоматического отключения установок приточно-вытяжной вентиляции при возникновении пожара.

Согласно СНиП воздуховоды, камеры, фильтры и другие элементы вентиляционных систем должны выполняться из несгораемых материалов.

Как правило, вентиляционное оборудование систем общеобменной вентиляции (включая кондиционеры) следует располагать в специальных вентиляционных камерах. Устройство систем аварийной вентиляции и вытяжных систем для местных отсосов допускается непосредственно при условии применения вентиляционного оборудования во взрывозащищенном исполнении.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К самостоятельной работе в качестве монтажника внутренних систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха допускаются лица не

моложе 18 лет , прошедшие медицинскую комиссию, а также: вводный инструктаж; инструктаж по пожарной безопасности; первичный инструктаж на рабочем месте; обучение безопасным методам и приемам труда не менее чем по 10 часовой программе (для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности - 20 часовой программе); в инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку усвоения его содержания. Для выполнения обязанностей монтажника внутренних систем и оборудования могут быть приняты лица, не имеющие медицинских противопоказаний для данной профессии, прошедшие обучение и инструктаж по охране труда.

Выводы

В данном разделе дипломной работы изложены требования к рабочему месту монтажника систем отопления и вентиляции. Рассмотренные условия обеспечивают комфортную работу. Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочего места монтажника, позволит сохранить высокую работоспособность в течении всего рабочего дня, повысить как в количественном, так и в качественном отношениях производительность труда работника.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	ИнЭО	Направление	теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>1. Оценка времени проводимых работ. Расходы на ЗП Руководитель - ст.преподаватель, Инженер-проектировщик</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>2. Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования ...</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>3. Отчисления на собственные нужды 30%, районный коэффициент 30%...</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения)</i>	<i>1. Расчет затрат на проектирование ...</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>2. Эксплуатационные расходы. Расчет себестоимости ...</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>3. Оценка экономической эффективности ...</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преп.	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Петухова Ольга Александровна		

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Расчет затрат на проектирование систем отопления жилого комплекса

Проектирование, являясь одним из важнейших звеньев инвестиционного процесса, оказывает активное влияние на распространение достижений научно – технического прогресса и реализацию моделей будущих объектов различных сфер экономики. Через проектирование осуществляется внедрение прогрессивных технологических, архитектурных и конструктивных решений, которые, в конечном итоге, в значительной степени влияют на эффективность инвестиций и решений многих социальных задач.

За последние годы в процессе становления рыночных отношений произошли существенные изменения в области проектно – изыскательской деятельности. Расширился спектр услуг, выполняемых проектировщиками, слабая методическая обеспеченность.

Таблица 14– Перечень работ и оценки времени их выполнения

Этап	Содержание выполняемых работ	Исполнитель	Продолжительность дней
1	Подготовка исходных данных для разработки проекта	Руководитель	1
2	Разработка технического задания	Инженер	3
3	Основные градостроительные решения, архитектурно - планировочные решения, композиционное обоснование, объемно - планировочные и конструктивные решения, решения по	Инженер,	8

	благоустройству		
4	Основные технологические решения	Инженер	8
5	Решение по обеспечению инженерными сетями, коммуникациями и инженерному оборудованию здания, обоснования возможности сброса стоков в водоем или канализационную сеть, строительство очистных сооружений и др.	Инженер	27
	Проверка проделанной работы	Руководитель	2
	Исправление замечаний	Инженер	6
	Проверка исправлений и замечаний	Инженер	2
	Утверждение ВКР	Руководитель	1
	Итого		58

5.1.1. Расчет сметы затрат на разработку проекта

Затраты на проект:

$$K_{\text{ПР}} = I_{\text{МАТ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СО}} + I_{\text{ПР}} + I_{\text{НР}} \quad (5.1)$$

где $I_{\text{МАТ}}$ - затраты на материал;

$I_{\text{АМ}}$ - амортизационные отчисления;

$I_{\text{ЗП}}$ - затраты на заработную плату;

$I_{\text{СО}}$ - социальные отчисления;

$I_{\text{ПР}}$ - прочие затраты;

$I_{\text{НР}}$ - накладные расходы

5.1.2. Расчет материальных затрат

Таблица 15– Расходы на этапе проектирования на материальные затраты

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.
Листы формата А4, 1 лист – 0,65 руб.	2500	1625
Листы формата А3, 1 лист – 1,2 руб.	500	720
Рулонная бумага, 1рулон (20метров)-200 руб.	7	1400
Заправка картриджей 1шт ср.цена 250 руб	3	750
Итого		4495

5.1.3. Амортизация основных фондов и нематериальных активов

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные сведены в таблицу

Таблица 16 – Основные фонды

Вид техники	Кол-во	Стоимость техники, Ц _{к.т.}	Норма амортизации, T _{ам}	Амортизационные отчисления, И _{ам}
1. Ноутбук	1	25000	20%	993,15
2. Компьютер	1	63000	20%	2502,74
3. Принтер	1	10000	20%	534,25

Амортизационные отчисления:

$$I_{AM} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дн.}} \cdot C_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам}} \quad (5.2)$$

где $T_{ам}$ - срок службы (для компьютера, ноутбука и принтера)
принимая $T_{ам} = 4 \text{ года}$;

$T_{кал.дн.}$ - время использования основных фондов (в днях);

$T_{исп.к.т.}$ - использование техники в период написания ВКР (в днях).

$$I_{AM.Комп.} = \frac{58}{365} \cdot 63000 \cdot \frac{1}{4} = 2502,74 \text{ руб.}$$

$$I_{AM.Ноут.} = \frac{58}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{4} = 993,15 \text{ руб.}$$

$$I_{AM.Принт.} = \frac{58}{365} \cdot 10000 \cdot \frac{1}{4} = 397,26 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\sum I_{ам.осн.} = I_{AM.Комп.} + I_{AM.Нот.} + I_{AM.Принт.} \quad (5.3)$$

$$\sum I_{ам.осн.} = 2502,74 + 993,15 + 397,26 = 3893,15 \text{ руб.}$$

5.1.4.Размер основной заработной платы

Среднедневная заработная плата:

$$I_{факт.ЗП} = \frac{I_{мес.ЗП}}{T} \cdot n \quad (5.4)$$

где T - число рабочих дней в месяце;

n – количество фактических дней.

Зарплата инженера:

$$I_{мес.ЗП}^{инж} = ЗПо \cdot K1 \cdot K2 \quad (5.5)$$

Зарплата руководителя:

$$I_{мес.ЗП}^{рук} = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2 \quad (5.6)$$

где K1=1,1(10%) – коэффициент учитывающий отпуск;

K2=1,3(30%) – районный коэффициент;

ЗПо=14500 руб. – зарплата инженера;

Д=2200 руб. – доплата за интенсивность труда;

ЗПо=16750 – зарплата руководителя.

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$I_{мес.ЗП}^{инж} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.}$$

$$I_{мес.ЗП}^{рук} = (16750 \cdot 1,1 + 2200) \cdot 1,3 = 26812,5 \text{ руб.}$$

Расчет фактической зарплаты за проведенную работу, принять n согласно таблице

- Инженер

$$I_{факт.ЗП} = \frac{20735}{21} \cdot 54 = 53318,57 \text{ руб.}$$

- Руководитель

$$I_{\text{факт.ЗП}} = \frac{26812,5}{21} \cdot 4 = 5107,14 \text{ руб.}$$

5.1.5. Социальные отчисления

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП:

$$\Phi ЗП = I_{\text{рук.ЗП}} + I_{\text{инж.ЗП}} = 53318,57 + 5107,14 = 58424,71 \text{ руб.} \quad (5.7)$$

$$I_{\text{СО}} = \Phi ЗП \cdot 30\% = 58424,71 \cdot 0,3 = 17527,71 \text{ руб.} \quad (5.8)$$

5.1.6. Прочие затраты

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат:

$$I_{\text{ПР}} = 0,1 \cdot (I_{\text{МАТ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СО}}) \quad (5.9)$$

$$I_{\text{ПР}} = 0,1 \cdot (4495 + 3893,15 + 58424,71 + 17527,71) = 8434,06 \text{ руб.}$$

5.1.7. Накладные расходы

При работе на базе НИ ТПУ, в стоимость проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административным сотрудникам и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200 % от затрат на оплату труда.

$$I_{\text{НР}} = 2 \cdot \sum I_{\text{ЗП}} = 2 \cdot 58424,71 = 116849,42 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

Затраты на проект:

$$K_{\text{ПР}} = 4495 + 3893,15 + 58424,71 + 17527,71 + 8434,06 + 116849,42 = 209624,05 \text{ руб.}$$

Таблица 17 Данные затрат на выполнение ВКР

Вид затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	4495
Амортизационные затраты	3893,15
Затраты на заработную плату	58424,71
Социальные отчисления	17527,71

Прочие затраты	8434,06
Накладные расходы	116849,42
Итого	209624,05

5.2 Технико– экономическое сравнение системы отопления

При подборе той или иной системы, сравнивают эффективность различных систем отопления, учитывают особенности теплового режима помещений.

При водяном отоплении наблюдается более равномерная температура воздуха по высоте помещений, чем при воздушном, причем равномерность температуры зависит от места расположения и вида отопительных приборов.

Экономичность системы отопления обусловлена стоимостью материалов и оборудования, изготовления и сборки, а также эксплуатации. Показателями экономичности являются технологичность конструкции, масса элементов, затраты труда, сроки изготовления и монтажа, расходы на наладку, управление и ремонт.

Технологичность конструкции включает такие реальные мероприятия, как упрощение схемы, унификация и уменьшение числа деталей, удобство сборки, которые обеспечивают изготовление и монтаж с минимальными затратами времени, средств и труда.

Создание экономичной системы отопления невозможно без модернизации и внедрения новой техники. Экономический эффект выявляется при проведении технико – экономического сравнения различных проектных решений. Сравнение позволяет выбрать систему отопления наиболее экономичную в данных конкретных условиях.

При экономическом сравнении вариантов системы применяют такие показатели, как капитальные вложения K , эксплуатационные затраты I , продолжительность строительно – монтажных работ и производительность труда. В обычных случаях используют часть этих показателей. Чаще всего

сопоставляют системы по капитальным вложениям и эксплуатационным затратам.

При сопоставлении вариантов, один из которых имеет меньшие капитальные вложения, а другой меньшие эксплуатационные затраты используют сравнительный срок окупаемости.

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1}, \text{ лет} \quad (5.11)$$

Если этот срок $T_{ок} \leq T_n$, т.е. равен или меньше нормативного срока, то целесообразно осуществить вариант с большими капитальными вложениями K_1 и меньшими годовыми эксплуатационными затратами, если $T_{ок} \geq T_n$, то наоборот.

При экономическом сопоставлении нескольких систем или вариантов системы, когда не существует прибыль от реализации проекта, для нахождения более эффективного варианта используют метод приведенных затрат по формуле

$$Z_{пр} = K \cdot E_n + I, \text{ руб./год}, \quad (5.12)$$

где K - капитальные затраты или сумма производственных основных фондов, тыс. руб./год;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат, равный 0,15;

I - эксплуатационные затраты, тыс. руб./год.

Чем ниже уровень приведенных затрат $Z_{пр}$, тем экономичнее и эффективнее объект, вариант, мероприятие.

Так как у нас имеется несколько вариантов отопительных приборов системы отопления, нет прибыли от реализации проекта и невозможно рассчитать экономическую эффективность капиталовложений, воспользуемся для расчета методом приведенных затрат.

Целью данного технико – экономического расчета является сравнение приведенных затрат на установку и эксплуатацию различных отопительных приборов системы водяного отопления и выбор лучшего варианта.

5.3. Расчет инвестиций в систему отопления

Расчет инвестиций в систему отопления проведем по укрупненным показателям себестоимости.

В состав инвестиций (K) входят стоимости основного оборудования ($K_{o.c}$), доставки и монтажа оборудования ($K_{мон}$), вспомогательного оборудования ($K_{o.всп}$), общестроительных работ ($K_{стр}$) [6].

Таким образом

$$K = K_{o.c} + K_{мон} + K_{o.всп} + K_{стр}, \text{руб.} \quad (5.13)$$

где $K_{o.c}$ - стоимость основного оборудования системы отопления, тыс. руб.;

$K_{мон}$ - затраты на доставку и монтаж оборудования (принять равными 20% от стоимости основного оборудования), тыс. руб.;

$K_{o.всп}$ - затраты на вспомогательное оборудование (принять равным 40% от стоимости основного оборудования), тыс. руб.;

$K_{стр}$ - затраты на общестроительную часть (принять равным 110 – 120% от стоимости основного оборудования), тыс. руб.

Расчет инвестиций в систему отопления рассматриваемых вариантов сведем в таблицу .

Таблица 18 – Смета затрат на стоимость оборудования и его монтаж

п.п.	Элемент текущих затрат	обозначение	Суммы текущих затрат, тыс. руб.	
			Водяное отопление	
	Стоимость основного оборудования			
1	Водяная система отопления -радиатор Sialko Lux (2446секций): одна секция 255руб. - труба стальная	$K_{o.c}$	623,730 1080	
2	Водяная система отопления -радиатор ECO	$K_{o.c}$	647,755	

AL500 Lammin (1835секций): одна секция 353руб. - труба стальная			1080	
Затраты на доставку и монтаж оборудования.		$K_{МОН}$	686,297	
Затраты на вспомогательное оборудование.	на	$K_{О.ВСП}$	1372,594	
Затраты на общестроительную часть	на	$K_{СТР}$	3774,634	
Общие затраты.		K	8186,090	

5.3.1. Расчет ежегодных эксплуатационных издержек на содержание системы отопления

Годовые эксплуатационные затраты (И) включают в себя: амортизационные отчисления (I_a), затраты на потребляемый ресурс (электроэнергия, тепловая энергия) ($I_э$), издержки на текущий ремонт ($I_{м.р}$) и прочие расходы ($I_{пр}$).

$$I = I_a + I_э + I_{м.р} + I_{пр}, \text{ тыс. руб./год.} \quad (6.14)$$

5.3.2. Норма амортизации

Норму амортизации определим по следующей формуле

$$H_A = \frac{1}{T_{сл}} \text{ 1/год} \quad (6.15)$$

где $T_{сл}$ - срок службы установленного оборудования, год.

Для водяной системы отопления (с радиаторами Sialko Lux) $T_{сл}$ - 15лет.

Для водяной системы отопления (с радиаторами ECO AL500 Lammin) $T_{сл}$ - 7лет

Тогда норма амортизации равна

-для водяной системы отопления $H_{a1} = 0,067, \text{ 1/год}$

-для водяной системы отопления $H_{a2} = 0,143, \text{ 1/год};$

5.3.3. Годовые амортизационные отчисления

Годовые амортизационные отчисления определяются по формуле

$$I_a = H_a \cdot K, \text{ тыс. руб./год}, \quad (6.16)$$

где K - начальные капитальные затраты, тыс. руб.;

H_a - норма амортизации, 1/год.

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux:

$$I_a = 0,067 \cdot 8186,090 = 548,47 \text{ тыс.руб./год}; \quad (6.17)$$

- для водяной системы отопления радиаторами ECO AL500 Lammin:

$$I_a = 0,143 \cdot 8186,090 = 1170,61 \text{ тыс. руб./год};$$

5.3.4. Затраты на потребляемый ресурс

Для водяной системы отопления

Средний расход теплоты за отопительный период [1]

$$Q_o^{cp} = Q_o' \cdot \frac{t_{в.р} - t_n^{cp.o}}{t_{в.р} - t_{н.o}}, \text{ Вт}, \quad (6.18)$$

где Q_o' - расчетные теплопотери здания, Вт;

$t_n^{cp.o}$ - средняя температура наружного воздуха за период работы отопления, °С;

$t_{н.o}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С;

$t_{в.р}$ - температура воздуха рабочей зоны, °С.

Таким образом, средний расход тепла за отопительный сезон составит:

$$Q_o^{cp} = 490963 \cdot \frac{18 - (-11,6)}{18 - (-39)} = 254956,22, \text{ Дж/с} = 917,84 \cdot 10^6, \text{ МДж/ч.}$$

Число часов работы за отопительный период – 5760.

Тогда получим

$$Q_o^{cp} = 917,84 \cdot 10^6 \cdot 5760 = 5286,76, \text{ ГДж} = 1268,82, \text{ Гкал}. \quad (6.19)$$

Цена 1Гкал горячей воды составляет $C_m = 0,692$ тыс. руб. (согласно установленным тарифам по Кемеровской области на 2016 год)

Следовательно, расходы на горячую воду за отопительный период составят:

$$I_{\text{в}} = Q_{\text{о}}^{\text{сп}} \cdot C_{\text{м}}, \text{тыс. руб./год}; \quad (6.20)$$

$$I_{\text{в}} = 1268,82,58 \cdot 0,692 = 878,03, \text{тыс. руб./год.}$$

5.3.5. Затраты на текущий ремонт

Принимаем равной 20% от затрат на амортизацию оборудования

$$I_{\text{м.р}} = 0,2 \cdot I_{\text{а}}, \text{тыс.руб./год}; \quad (6.21)$$

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux

$$I_{\text{м.р}} = 0,2 \cdot 548,47 = 109,69, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами ECO AL500 Lammin

$$I_{\text{м.р}} = 0,2 \cdot 1170,61 = 234,13, \text{ тыс. руб./год}$$

5.3.6. Прочие расходы

Принимаем равной 15% от суммы всех издержек

$$I_{\text{пр}} = 0,15 \cdot (I_{\text{а}} + I_{\text{в}} + I_{\text{м.р}}), \text{ тыс. руб./год.} \quad (6.22)$$

Тогда

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux

$$I_{\text{пр}} = 0,15 \cdot (548,47 + 878,03 + 109,69) = 230,43, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами ECO AL500 Lammin

$$I_{\text{пр}} = 0,15 \cdot (1170,61 + 878,03 + 234,13) = 342,42, \text{ тыс. руб./год};$$

5.3.7. Годовые эксплуатационные затраты

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux

$$I = 548,47 + 878,03 + 109,69 + 230,43 = 1766,62, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами ECO AL500

Lammin

$$I = 1170,61 + 878,03 + 234,13 + 342,42 = 2625,19 \text{ тыс. руб./год}$$

5.3.8. Приведенные затраты

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux

$$Z_{np} = 0,15 \cdot 878,03 + 1766,62 = 1898,32, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами ECO AL500 Lammin

$$Z_{np} = 0,15 \cdot 878,03 + 2625,19 = 2756,89, \text{ тыс. руб./год};$$

Таблица 19 результатов расчета приведенных затрат

Наименование величины	обозначение	Единицы измерения	Водяное отопление радиаторами Sialko Lux	Водяное отопление радиаторами ECO AL500 Lammin
Годовые эксплуатационные затраты, в т.ч:	И	тыс. руб./год	5431,56	8008,18
Годовые амортизационные отчисления	И _а	тыс. руб./год	548,47	1170,61
Затраты на потребляемый ресурс	И _э	тыс. руб./год	878,03	878,03
Затраты на текущий ремонт	И _{т.р}	тыс. руб./год	109,69	234,13
Прочие расходы	И _{пр}	тыс. руб./год	230,43	343,42
Общие капиталовложения	К	тыс. руб./год	1766,62	2625,1
Коэффициент эффективности капитальных затрат	Е	%	0,15	0,15
Приведенные затраты	Z _{пр}	тыс. руб./год	1898,32	2756,89

Вывод: Сравнив варианты приведенных затрат систем отопления радиаторами Sialko Lux и радиаторами ECO AL500 Lammin получили, что приведенные затраты водяной системы отопления радиаторами Sialko Lux меньше приведенных затрат водяной системы радиаторами ECO AL500 Lammin. Это говорит о том, что система отопления с радиаторами Sialko Lux более экономичная и эффективная из двух рассматриваемых вариантов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы проведен расчет отопления и вентиляции. Для расчета отопления был составлен тепловой баланс жилого комплекса. Найдены потери через ограждающие конструкции, которые в сумме составили $Q = 490,96 \text{ кВт}$.

Для того, чтобы компенсировать потери тепла, спроектировали систему отопления, начертив в аксонометрии систему водяного отопления и определив необходимое количество приборов в каждом помещении жилого комплекса.

Для удаления из помещения загрязненного воздуха и подачу в него очищенного, была запроектирована система вытяжной и приточной вентиляции, а также система воздуховодов. Чистый воздух для подачи в помещение забирается с улицы, предварительно нагреваясь в калорифере до температуры, которую необходимо подать в помещение. Для уменьшения шума в системе воздуховодов установлены шумоглушители.

В разделе «Социальная ответственность» был произведен анализ вредных факторов в жилом комплексе для монтажников систем отопления и вентиляции при работе и нахождению в данном комплексе, а также рассмотрены мероприятия по противопожарной безопасности, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были найдены затраты проекта и произведено сравнение двух различных систем отопления.

Проведя проект отопления и вентиляции можно прийти к мнению, что оптимальное конструкторское решение рождается на основании большого опыта проектной работы. Чем точнее и полнее учитываются факторы, влияющие на расчет и конечный результат, тем меньше принимаются различные поправочные коэффициенты. Сложный и ответственный расчет должен сопровождаться прикидочной оценкой порядка искомой величины.

Наиболее часто ошибки в расчетах являются следствием неверных предпосылок, отклонений метода расчета от действительного хода описываемого процесса.

Ценность всякого инженерного расчета повышается, если используемое для его реализации оборудование выбрано на основе технико – экономических расчетов или на основе сопоставления с другими аналогичными объектами. Каждая конструкция должна быть оценена с точки зрения удобства и экономичности ее эксплуатации.

Список используемой литературы

1. Молодежникова Л.И. Проектирование и эксплуатация систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Учебное пособие. Из-во ТПУ 2015-40стр.
2. Андреевский А.К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 «Теплоснабжение и вентиляция»] / под ред. М.И.Курпана. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высшая школа, 1982. – 364 с., ил.
3. 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. – 334 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
4. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно – коммунального хозяйства: Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2001. – 423 с.: ил.
5. Щекин Р.Ф. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление и теплоснабжение, 1968 г.
6. Кострюков В.А. примеры расчета по отоплению и вентиляции. Часть II, вентиляция.- Москва, 1966. – 188 с.
7. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р.В., Кореневский С.М. ч1. Отопление. Изд-во «Будвельник», 1968 г.
8. Внутренние санитарно – технические устройства. В 3ч.Ч2. Вентиляция/ 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).
9. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. Пособие для строительных вузов и факультетов по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция». В 2-х ч. Ч.2. Вентиляция. – М.: Высш. шк., 1984 – 263 с., ил.

10. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов/ под ред. Л.А.Муравья. – М.: ЮНИТИ – ДАНА. – 2000. – 447 с.
11. Encyclopedias of science and technology, Mc Graw, Hill 2007.
12. Интернет-ресурсы.

Схема отопления. Ст1-Ст5, Ст21-Ст22,
Ст39-Ст40.

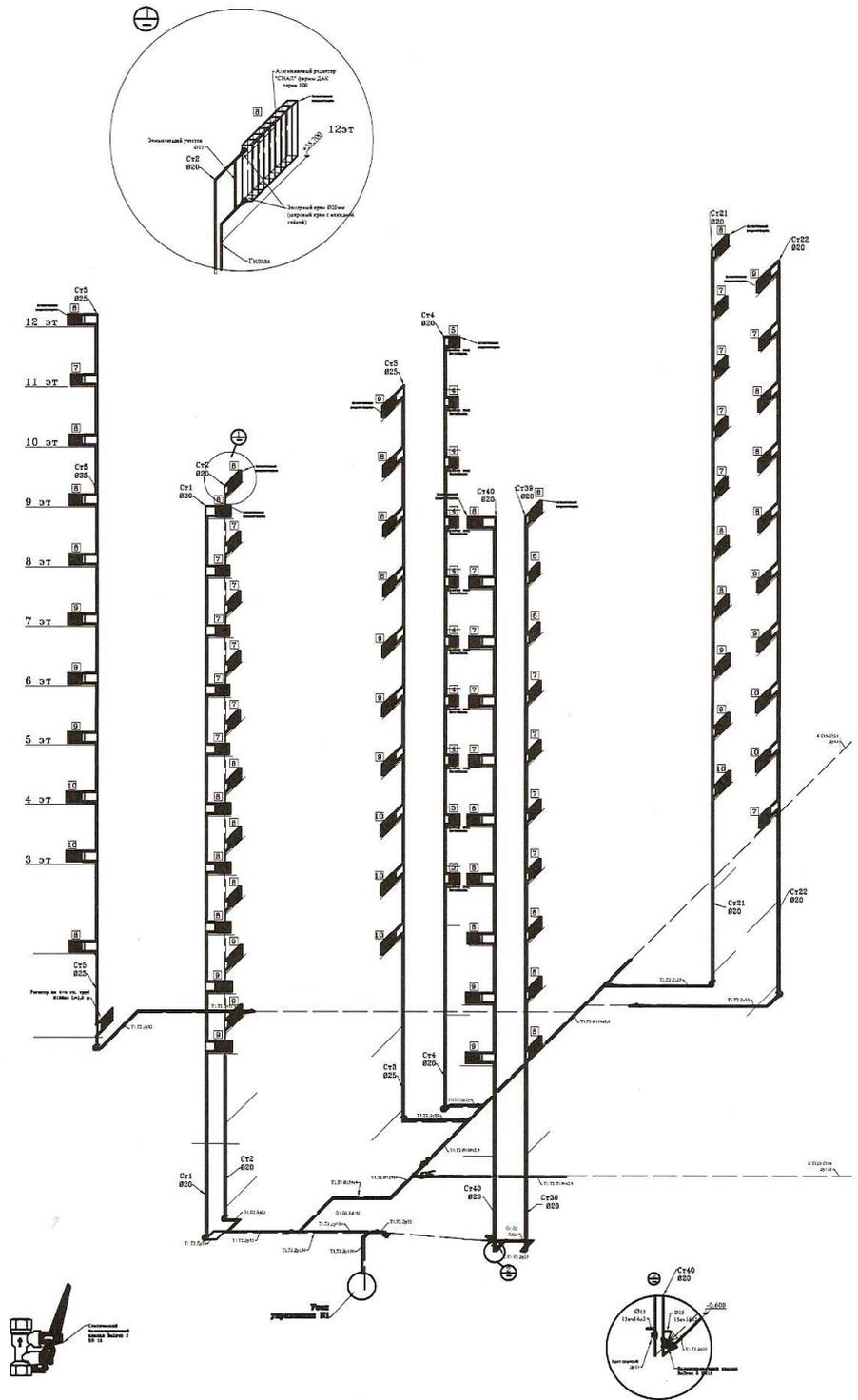


Схема отопления. Ст41-Ст42, Ст69-Ст80.

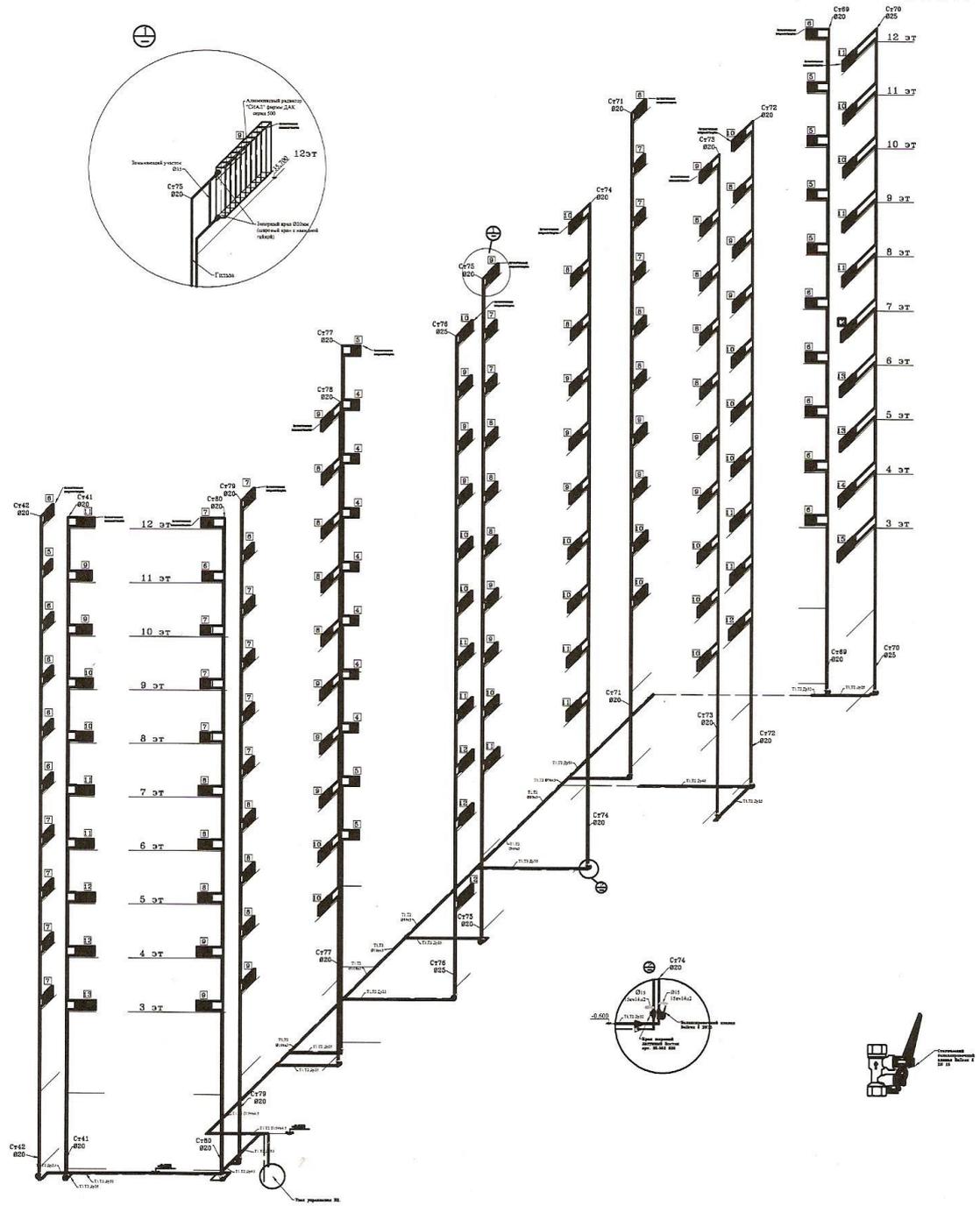
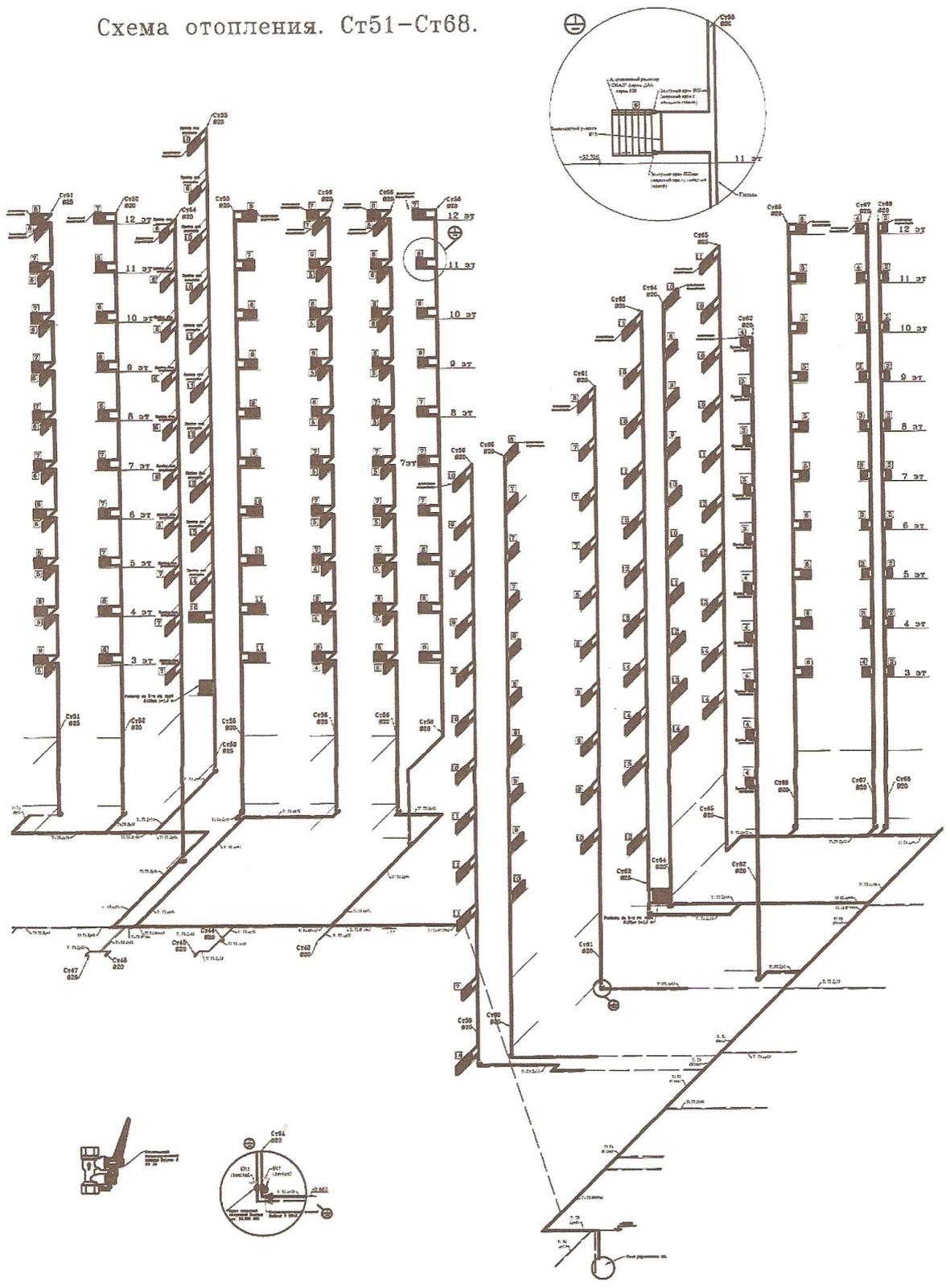
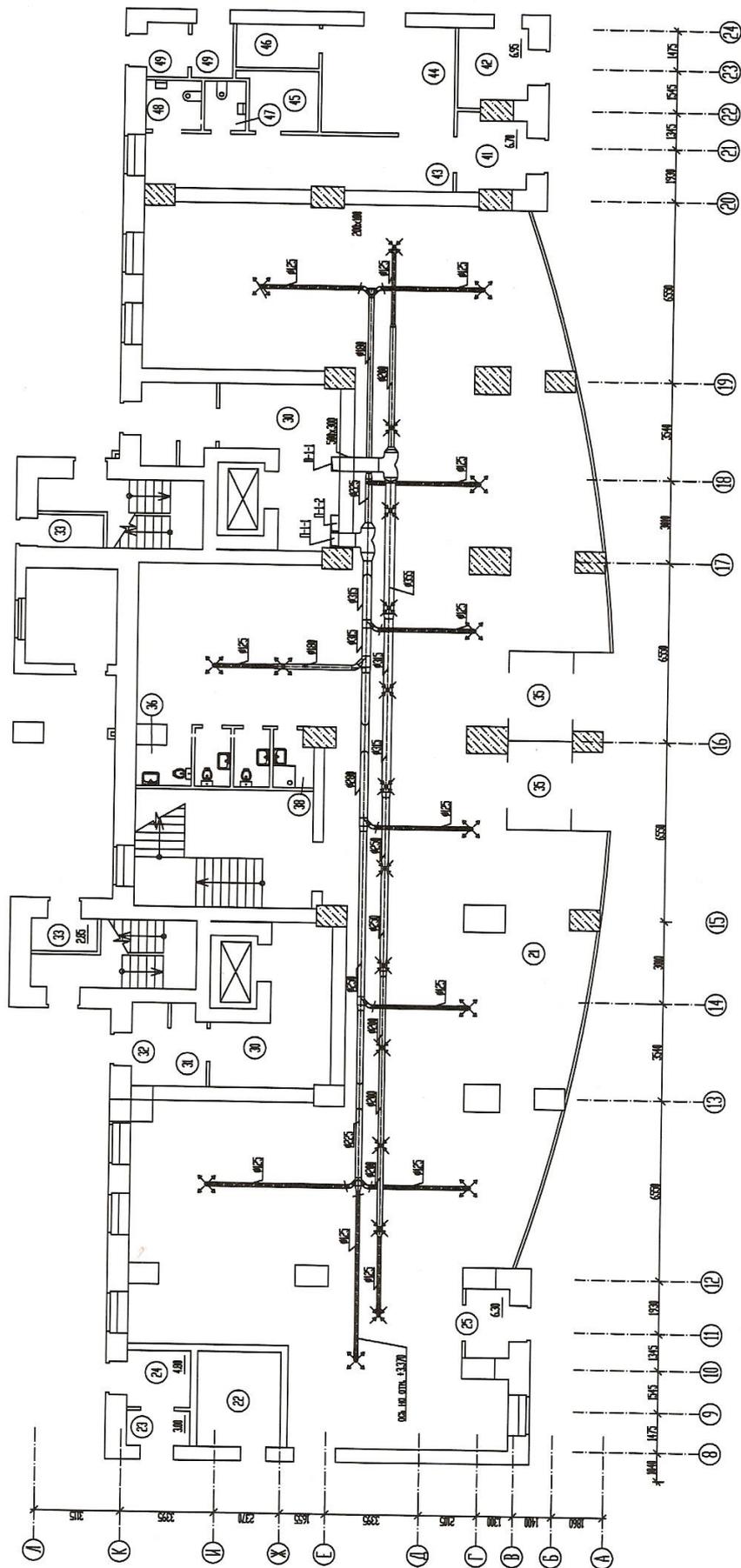
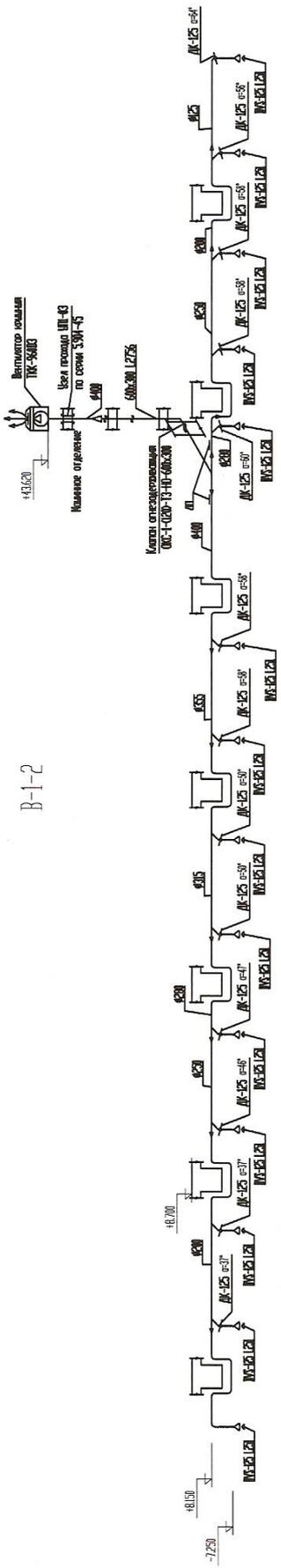


Схема отопления. Ст51-Ст68.

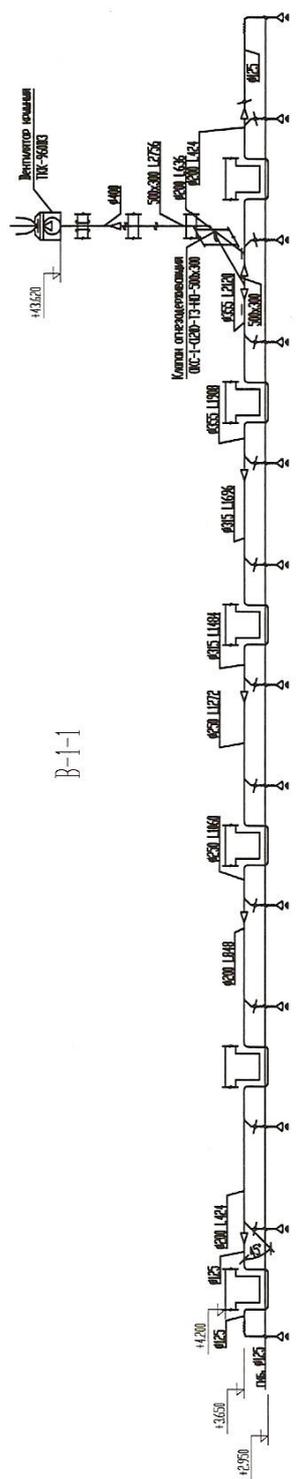


ПЛАН ВЕНТИЛЯЦИИ 1 ЭТАЖА В ОСЯХ 8-24

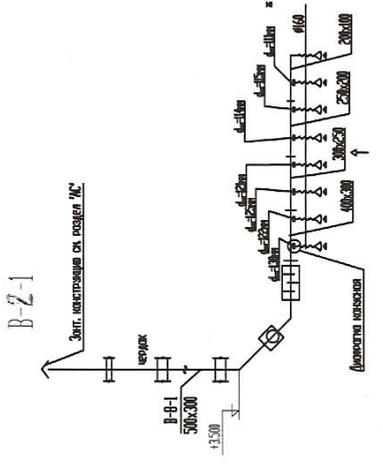




B-1-2



B-1-1



B-2-1