

Реферат

Дипломная работа 109 с., 2 рисунка, 19 источников литературы, 33 таблицы.

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ТЕПЛОПТЕРИ ЗДАНИЯ, ПОДБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ВЫТЯЖНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, ПРИТОЧНАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ, БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА.

Объектом расчета является жилой комплекс со встроенными административными помещениями в микрорайоне «Северный парк» г. Томска.

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции в зимний период – 40 °С, теплоноситель – вода по графику температур 95-70 °С от наружных тепловых сетей.

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 ходе проекта была рассчитана цена данного проекта. Рассмотрены разделы безопасность и экологичность проекта и автоматика.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2003 (Professional)

Содержание

Введение.....	4
1. Характеристика здания.....	5
2. Проектирование и расчет системы отопления.....	6
2.1. Тепловой баланс помещения.....	6
2.2. Теплопотери помещения через ограждающие конструкции.....	7
2.3. Расчет, выбор и размещение оборудования.....	20
2.4. Выбор системы отопления.....	30
2.5. Гидравлический расчет системы водяного отопления.....	31
3. Проектирование систем вентиляции.....	42
3.1. Требования, предъявляемые к вентиляции.....	42
3.2. Принципы устройства вентиляции.....	44
3.3. вытяжная система вентиляции.....	46
3.4. приточная система вентиляции.....	53
3.5. подбор приточной установки для подачи воздуха.....	59
3.6. воздушно-тепловые завесы.....	61
3.7. мероприятия по уменьшению шума в воздуховодах.....	64
4. Автоматизированный тепловой пункт жилого комплекса.....	67
4.1. Описание технологического оборудования.....	67
4.2. Постановка задачи автоматического контроля и регулирования объекта.....	68
4.3. Разработка структурной схемы системы автоматизации теплового пункта.....	68
4.4. Разработка функциональной схемы.....	69
4.5. выбор технических средств измерений и аппаратуры.....	71
5. Социальная ответственность.....	75
5.1. Введение.....	75
5.2. Характеристика условий труда работников офисов в данном здании.....	76
5.3. Требования к производственным помещениям.....	76
5.4. Электромагнитное и ионизирующее излучения.....	79
5.5. Режим труда.....	80
5.6. Расчет освещенности.....	81

5.7. Электробезопасность.....	83
5.8. Взрывопожарная и пожарная безопасность.....	83
5.9. Выводы по безопасности.....	84
5.10. Воздействие на окружающую среду.....	84
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	86
6.1. Расчет затрат на проектирование систем отопления и вентиляции жилого комплекса.....	86
6.2. Определение прибыли и договорной цены проекта отопления и вентиляции жилого комплекса.....	90
6.3. Техничко-экономический расчет системы отопления.....	91
Заключение.....	97
Список использованной литературы.....	98
Приложение А.....	100
Приложение Б.....	109

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.Томск представляет собой проект многофункционального здания с помещениями для занятия спортом, магазинами, кафе и офисными помещениями. Участок, отведенный под строительство, расположен в Заречном сельском поселении г. Томска.

На первом этаже расположены кафе и специализированный магазин. Второй этаж занимают офисные помещения и торговый зал магазина. На третьем этаже размещены офисные помещения. Вышележащие этажи запроектированы под одно - трехкомнатные квартиры. Форма дома П - образная, состоящая из 3-х блоков (левое крыло, правое крыло, и центральная часть).

Стены - колодцевая кладка из лицевого кирпича, толщиной $\delta = 500\text{мм}$. 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 теплоступления 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].

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{пот}} - Q_{\text{выд}}, \text{Вт} \quad (1.1)$$

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, $Q_{\text{и}}$, 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.

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{мат}} + Q_{\text{техн}} + Q_{\text{вент}}, \text{Вт} \quad (1.2)$$

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

$$Q_{\text{ВЫД}} = Q_{\text{Л}} + Q_{\text{ОБ}} + Q_{\text{ЭЛ}} + Q_{\text{МАТ}} + Q_{\text{ТЕХН}} + Q_{\text{С.Р.}}, \text{Вт} \quad (1.3)$$

Принимаются во внимание также теплопоступления 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 теплопотери и минимальные устойчивые тепловыделения [1, стр.34].

2.2 Теплопотери 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.

Теплопотери 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 $Q_{\text{отр}}$ складываются из теплопотерь через отдельные ограждения помещения, определяемые по формуле (8.4) [2, стр.34] Вт (ккал/ч):

$$Q_{\text{отр}} = k \cdot A \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), \text{Вт} \quad (1.4)$$

где k - коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м²К), равный

$$k = 1/R_{\text{о.пр.}}$$

$R_{\text{о.пр.}}$ - приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, Км²/Вт;

A — площадь ограждения, м² ;

$t_{\text{н}}$ - температура внутри помещения, °С, принимается в соответствии с назначением помещения;

$t_{\text{н}}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С; для г. Томска $t_{\text{н}} = -40^{\circ}\text{C}$;

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 $0,1\text{ м}^2$), 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 $k = 1/R_{o,пр.}$, принимая за величину $R_{o,пр.}$ сопротивление теплопередаче. В данном проекте неутепленный пол на грунте и для полосы, ближайшей к наружным стенам (1 зона) $R^1_{н.п.}=2,1$, для следующей полосы (2 зона) $R^2_{н.п.}=4,3$, для третьей полосы (3 зона) $R^3_{н.п.}=8,6$, для остальной площади пола в глубине помещений (4 зона) $R^4_{н.п.}=14,2 \text{ Км}^2/\text{Вт}$.

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

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

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

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 теплопотерь через ограждающие конструкции сведены в таблицы. Т.к. планировка квартир с 3 по 11 этажи одинакова, расчеты теплопотерь являются идентичными и сведены в таблицы 2.1 – 2.5.

Таблица 2.1 Теплотери через ограждающие поверхности (подвал).

№	Характеристика ограждения			Расчетная разность температуры ($t_{п}-t_{н}$) n , °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	0,462	56	-	12664,3
2	2 зона	435,8	0,233	56	-	5686,3
3	3 зона	412,3	0,116	56	-	2678,3
4	4 зона	102,05	0,07	56	-	400
	Σ теплотерь					21428,9

Таблица 2.2 – Теплотери через ограждающие конструкции (1 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Площадь помещения м ²	Характеристика ограждения			K, (Вт/м ² К)	Расчетная разность температуры (t _в -t _н), °С	Основные теплотери, Q ₀ , Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплотер, (1+Σβ)	Теплотери 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	54	2566,4688	0,1	-	1,1	2823,11568	
			Стена	З	27,98	1,23	54		0,05	-	1,05		
			Дверь	З	10,5	2,68	54		0	3	4		
2	Техническое помещение	6,7	Стена	С	16,21	1,23	54	1076,6682	0,1	-	1,1	1184,33502	
			Окно	С	2,7	1,48	54		0,1	-	1,1		
4	Тамбур	3,75	Стена	С	12,14	1,23	54	806,3388	0,1	-	1,1	886,97268	
			Дверь	В	4,3	2,68	54		0,1	3	4,1		
5	Мусоросборная камера	4,25	Стена	З	9,6	1,23	54	637,632	0,05	-	1,05	669,5136	
			Стена	Ю	13,5	1,23	54		0	-	1		
			Дверь	В	7,2	2,68	54		0,1	3	4,1		
8	Тамбур	4,85	Дверь	В	8,2	2,68	54	1186,704	0,1	3	4,1	4865,4864	
9	Лифтовый холл	35,7	Стена	З	12,6	1,23	56	867,888	0,05	-	1,05	911,2824	
10	Тамбур	7,6	Дверь	З	8,2	2,68	54	1186,704	0,05	3	4,05	4806,1512	
13	Помещение персонала	20,4	Стена	В	15,96	1,23	58	1138,5864	0,1	-	1,1	1252,44504	
			Окно	В	5,4	1,48	58		0,1	-	1,1		
			Стена	З	12,6	1,23	54		0,05	-	1,05		
17	Мусоросборная камера	4,25	Стена	Ю	13,5	1,23	54	836,892	0	-	1	878,7366	
			Стена	Ю	13,5	1,23	54		896,67	0	-		1
			Дверь	В	7,2	2,68	54		1041,984	0,1	3		4,1
18	Кабинет	9,65	Стена	З	21,21	1,23	58	1513,1214	0,05	-	1,05	1588,77747	
			Окно	З	3,0	1,48	58		257,52	0,05	-		1,05
			Стена	З	18,38	1,23	56		1266,0144	0,05	-		1,05
19	Торговый зал	56,4	Стена	Ю	42,04	1,23	56	2895,7152	0	-	1	2895,7152	
			Окно	Ю	8,4	1,48	56		696,192	0	-		1
			Стена	Ю	155,06	1,23	56		10680,5328	0	-		1
21	Торговый зал	470,4	Стена	С	95,06	1,23	56	6547,7328	0,1	-	1,1	7202,50608	
			Окно	С	16,2	1,48	56		1342,656	0,1	-		1,1
			Стена	С	6,19	1,23	54		411,1398	0,1	-		1,1
23	Тамбур	3,00	Стена	С	6,19	1,23	54	411,1398	0,1	-	1,1	452,25378	
24	Тамбур	4,80	Дверь	С	7,2	2,68	54	1041,984	0,1	3	4,1	4272,1344	
32	Тамбур	3,90	Дверь	С	7,2	2,68	54	1041,984	0,1	3	4,1	4272,1344	
33	Мусоросборная камера	2,85	Дверь	С	7,2	2,68	54	1041,984	0,1	3	4,1	4272,1344	
41	Тамбур	6,70	Дверь	С	10,93	2,68	54	1581,7896	0,1	3	4,1	6485,33736	
42	Тамбур	6,95	Дверь	С	10,93	2,68	54	1581,7896	0,1	3	4,1	6485,33736	
43	Холл – вестибюль кафе	30,10	Стена	С	6,4	1,23	56	440,832	0,1	-	1,1	484,9152	
			Окно	С	2,7	1,48	56		223,776	0,1	-		1,1

Продолжение таблицы 2.2

48	Санузел	3,60	Стена	С	8,4	1,23	56	578,592	0,1	-	1,1	636,4512
49	Тамбур	3,00	Дверь	С	7,2	2,68	54	1041,984	0,1	3	4,1	4272,1344
50	Зал кафе	104,80	Стена	Ю	37,99	1,23	58	2710,2066	0	-	1	2710,2066
			Стена	В	47,75	1,23	58	3406,485	0,1	-	1,1	3747,1335
			Окно	В	5,4	1,48	58	463,536	0,1	-	1,1	509,8896
51	Мусоросборная камера	4,30	Дверь	В	7,2	2,68	54	1041,984	0,1	3	4,1	4272,1344
54	Помещение персонала	7,45	Стена	З	6,60	1,23	54	438,372	0,05	-	1,05	460,2906
			Окно	З	2,7	1,48	58	231,768	0,05	-	1,05	243,3564
56	Камера отходов	3,70	Стена	В	6,40	1,23	54	425,088	0,1	-	1,1	467,5968
			Окно	В	2,7	1,48	54	215,784	0,1	-	1,1	237,3624
60	Помещение персонала	9,20	Стена	З	20,04	1,23	58	1429,6536	0,05	-	1,05	1501,13628
			Окно	З	2,7	1,48	58	231,768	0,05	-	1,05	243,3564
62	Горячий цех	20,55	Стена	В	20,04	1,23	54	1331,0568	0,1	-	1,1	1464,16248
			Окно	В	5,4	1,48	54	431,568	0,1	-	1,1	474,7248
63	Моечная кухонной посуды	5,95	Стена	В	15,84	2,68	58	2462,1696	0,1	-	1,1	2708,38656
66	Тамбур	3,70	Дверь	В	17,1	2,68	54	2474,712	0,1	3	4,1	10146,3192
69	Кладовая суточного запаса	7,80	Стена	С	23,52	1,23	54	1562,1984	0,1	-	1,1	1718,41824
71	Кладовая сухих продуктов	3,10	Стена	С	8,4	1,23	54	557,928	0,1	-	1,1	613,7208
72	Канторское помещение	7,20	Стена	С	6,6	1,23	58	470,844	0,1	-	1,1	517,9284
			Окно	С	2,7	1,48	58	231,768	-	-	1,1	254,9448
75	Разгрузочное помещение	30,60	Стена	С	5,2	1,23	54	345,384	0,1	1	2,1	725,3064
			Дверь	С	9,82	2,68	54	1421,1504	0,1	3	4,1	5826,71664
76	Тамбур	2,05	Дверь	З	21,68	2,68	54	3137,5296	0,05	3	4,05	12706,99488
	Итого											336783,5

Таблица 2.3 – Теплотери через ограждающие конструкции (2 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 теплотери Q ₀ ,Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплотер, (1+Σβ)	Теплотери через ограждения Q _{отр.} , Вт		
			Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Площадь ограждения, м ²				На ориентацию ограждения	Пр.				
1	Складское помещение	47,65	Стена	С	38,64	1,23	54	2566,4688	0,1	-	1,1	2823,11568		
			Стена	З	27,98	1,23	54		1858,4316	0,05	-		1,05	1951,35318
2	Комната персонала магазина	40,10	Стена	С	22,52	1,23	56	1551,1776	0,1	-	1,1	1706,29536		
			Стена	В	31,39	1,23	56		2162,1432	0,1	-		1,1	2378,35752
			Окно	В	5,4	1,48	56		447,552	0,1	-		1,1	492,3072
	Лестничная клетка	10,90	Стена	В	22,5	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78		
			Окно	В	2,7	1,48	54		215,784	0,05	-		1,05	226,5732
4	Тамбур шлюз	14,10	Стена	З	13,30	1,23	54	883,386	0,05	-	1,05	927,5553		
5	Складское помещение	15,05	Стена	З	14,29	1,23	54	949,1418	0,05	-	1,05	996,59889		
			Окно	З	2,7	1,48	54		215,784	0,05	-		1,05	2015,78058
6	Техническое помещение	18,95	Стена	В	27,59	1,23	54	1832,5278	0,1	-	1,1	237,3624		
			Окно	В	2,7	1,48	54		215,784	0,1	-		1,1	1627,29
			Стена	З	22,5	1,23	56		1549,8	0,05	-		1,05	1048,8456
7	Кабинет директора помещения	13,35	Стена	В	12,92	1,23	60	953,496	0,1	-	1,1	263,736		
			Окно	В	2,7	1,48	60		239,76	0,1	-		1,1	1045,5984
8	Бухгалтерия	12,80	Стена	В	12,88	1,23	60	950,544	0,1	-	1,1	263,736		
			Окно	В	2,7	1,48	60		239,76	0,1	-		1,1	1585,21293
13	Складское помещение	9,65	Стена	З	22,73	1,23	54	1509,7266	0,05	-	1,05	1484,65674		
14	Торговый зал	67,05	Стена	З	19,82	1,23	58	1413,9588	0,05	-	1,05	3333,7182		
			Стена	Ю	46,73	1,23	58		3333,7182	0	-		1	927,072
			Окно	Ю	10,8	1,48	58		927,072	0	-		1	14375,7234
15	Торговый зал	651,2	Стена	Ю	201,51	1,23	58	14375,7234	0	-	1	16134,2544		
			Стена	С	205,6	1,23	58		14667,504	0,1	-		1,1	3569,2272
			Окно	С	37,8	1,48	58		3244,752	0,1	-		1,1	3708,288
			Окно	Ю	43,2	1,48	58		3708,288	0	-		1	1195,56
24	Кабинет начальника	18,70	Стена	Ю	16,2	1,23	60	1195,56	0	-	1	1195,56		
			Стена	В	19,62	1,23	60		1447,956	0,1	-		1,1	1592,7516
			Окно	В	5,4	1,48	60		479,52	0,1	-		1,1	527,472
25	Рабочий кабинет	13,35	Стена	В	20,73	1,23	60	1529,874	0,1	-	1,1	1682,8614		

Продолжение таблицы 2.3

			Окно	В	2,7	1,48	60	239,76	0,1	-	1,1	263,736
	Лестничная клетка	10,90	Стена	В	22,5	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
30	Рабочий кабинет	67,40	Стена	В	54,86	1,23	60	4048,668	0,1	-	1,1	4453,5348
			Окно	В	10,8	1,48	60	959,04	0,1	-	1,1	1054,944
31	Комната персонала	21,70	Стена	3	27,43	1,23	60	2024,334	0,05	-	1,05	2125,5507
			Окно	3	2,7	1,48	60	239,76	0,05	-	1,05	251,748
32	Рабочий кабинет	20,80	Стена	В	29,19	1,23	60	2154,222	0,1	-	1,1	2369,6442
			Окно	В	5,4	1,48	60	479,52	0,1	-	1,1	527,472
			Стена	С	16,05	1,23	60	1184,49	0,1	-	1,1	1302,939
			Окно	С	2,7	1,48	60	239,76	0,1	-	1,1	263,736
33	Рабочий кабинет	18,60	Стена	С	15,2	1,23	60	1121,76	0,1	-	1,1	1233,936
			Окно	С	2,7	1,48	60	239,76	0,1	-	1,1	263,736
34	Рабочий кабинет	18,50	Стена	С	15,2	1,23	60	1121,76	0,1	-	1,1	1121,76
			Окно	С	2,7	1,48	60	239,76	0,1	-	1,1	263,736
	Лестничная клетка	10,90	Стена	3	22,5	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29
	Лестничная клетка	10,90	Стена	3	22,5	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29
	Итого											283566,79

Таблица 2.4 – Теплотери через ограждающие конструкции (3 – 11 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Характеристика ограждения			K, (Вт/м ² К)	Расчетная разность температуры (t _в -t _н), °С	Основные теплотери Q ₀ , Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплотер, (1+Σβ)	Теплотери Через Ограждения Q _{огр.} , Вт
		Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Площадь ограждения, м ²				На ориентацию ограждения	Пр.		
1	Жилая комната	Стена	В	11,02	1,23	60	813,276	0,1	-	1,1	894,6036
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
2	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	60	1111,428	0,1	-	1,1	1222,5708
		Стена	С	22,52	1,23	60	1661,976	0,1	-	1,1	1828,1736
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
3	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	60	1661,976	0,1	-	1,1	1828,1736
		Стена	3	15,06	1,23	60	1111,428	0,05	-	1,05	1166,9994
		Окно	3	3,20	1,48	60	284,16	0,05	-	1,05	298,368
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
4	Кухня	Стена	3	11,02	1,23	56	759,0576	0,05	-	1,05	797,01048
		Окно	3	3,20	1,48	56	265,216	0,05	-	1,05	278,4768
5	Кухня	Стена	3	17,80	1,23	56	1226,064	0,05	-	1,05	1287,3672
		Окно	3	3,20	1,48	56	265,216	0,05	-	1,05	278,4768

Продолжение таблицы 2.4

6	Жилая комната	Стена	3	10,30	1,23	60	760,14	0,05	-	1,05	798,147
		Дверь	3	4,60	2,68	60	739,68	0,05	3	4,05	2995,704
7	Жилая комната	Стена	3	10,60	1,23	60	782,28	0,05	-	1,05	821,394
		Дверь	3	4,60	2,68	60	739,68	0,05	3	4,05	2995,704
8	Жилая комната	Стена	3	12,30	1,23	60	907,74	0,05	-	1,05	953,127
		Окно	3	3,20	1,48	60	284,16	0,05	-	1,05	298,368
9	Лестничная клетка Кухня	Стена	3	22,5	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29
		Стена	3	18,54	1,23	56	1277,0352	0,05	-	1,05	1340,88696
		Окно	3	3,20	1,48	56	265,216	0,05	-	1,05	278,4768
10	Жилая комната	Стена	3	19,66	1,23	60	1450,908	0,05	-	1,05	1523,4534
		Стена	Ю	17,30	1,23	60	1276,74	0	-	1	1276,74
		Окно	3	3,20	1,48	60	284,16	0,05	-	1,05	298,368
11	Жилая комната	Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
		Стена	Ю	18,80	1,23	60	1387,44	0	-	1	1387,44
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
12	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	60	1563,084	0	-	1	1563,084
		Окно	Ю	6,40	1,48	60	568,32	0	-	1	568,32
13	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	60	1638,36	0	-	1	1638,36
		Окно	Ю	6,40	1,48	60	568,32	0	-	1	568,32
14	Кухня	Стена	Ю	22,00	1,23	56	1515,36	0	-	1	1515,36
		Дверь	Ю	4,60	2,68	56	690,368	0	3	4	2761,472
15	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	60	1623,6	0	-	1	1623,6
		Окно	Ю	3,20	1,48	60	284,16	0	-	1	284,16
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
16	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	60	1623,6	0	-	1	1623,6
		Окно	Ю	3,20	1,48	60	284,16	0	-	1	284,16
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
17	Кухня	Стена	Ю	22,20	1,23	56	1529,136	0	-	1	1529,136
		Дверь	Ю	4,60	2,68	56	690,368	0	3	4	2761,472
18	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	60	1638,36	0	-	1	1638,36
		Окно	Ю	4,60	1,48	60	408,48	0	-	1	408,48
19	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	60	1563,084	0	-	1	1563,084
		Окно	Ю	4,60	1,48	60	408,48	0	-	1	408,48
20	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	60	1387,44	0	-	1	1387,44
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
21	Жилая комната	Стена	Ю	17,30	1,23	60	1276,74	0	-	1	1276,74
		Стена	В	19,66	1,23	60	1450,908	0,1	-	1,1	1595,9988
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
22	Жилая комната	Дверь	Ю	4,60	2,68	60	739,68	0	3	4	2958,72
		Стена	В	18,54	1,23	60	1368,252	0,1	-	1,1	1505,0772
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
23	Жилая комната	Стена	В	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
		Стена	В	12,30	1,23	60	907,74	0,1	-	1,1	998,514
24	Жилая комната	Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
		Стена	В	13,10	1,23	60	966,78	0,1	-	1,1	1063,458
		Дверь	В	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688

Продолжение таблицы 2.4

25	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	60	907,74	0,1	-	1,1	998,514
		Дверь	В	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
26	Кухня	Стена	В	13,10	1,23	60	966,78	0,1	-	1,1	1063,458
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
27	Жилая комната	Стена	В	13,20	1,23	60	974,16	0,1	-	1,1	1071,576
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
28	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	60	1111,428	0,1	-	1,1	1222,5708
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
		Стена	С	22,52	1,23	60	1661,976	0,1	-	1,1	1828,1736
29	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	60	1661,976	0,1	-	1,1	1828,1736
		Стена	З	15,06	1,23	60	1111,428	0,05	-	1,05	1166,9994
		Окно	З	3,20	1,48	60	284,16	0,05	-	1,05	298,368
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
30	Жилая комната	Стена	З	11,02	1,23	60	813,276	0,05	-	1,05	853,9398
		Окно	З	3,20	1,48	60	284,16	0,05	-	1,05	298,368
	Лестничная клетка	Стена	З	22,50	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29
31	Жилая комната	Стена	З	22,16	1,23	60	1635,408	0,05	-	1,05	1717,1784
		Окно	З	6,40	1,48	60	568,32	0,05	-	1,05	596,736
32	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60	741,69	0,1	-	1,1	815,859
		Окно	С	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
33	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60	926,928	0,1	-	1,1	1019,6208
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
34	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60	926,928	0,1	-	1,1	1019,6208
		Дверь	С	4,60	1,48	60	408,48	0,1	3	4,1	1674,768
35	Жилая комната	Стена	С	12,98	1,23	60	957,924	0,1	-	1,1	1053,7164
		Окно	С	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
	Лестничная комната	Стена	С	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
36	Кухня	Стена	С	10,56	1,23	60	779,328	0,1	-	1,1	857,2608
		Окно	С	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
37	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60	926,928	0,1	-	1,1	1019,6208
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
38	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60	926,928	0,1	-	1,1	1019,6208
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
39	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60	741,69	0,1	-	1,1	815,859
		Окно	С	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
40	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	60	741,69	0,1	-	1,1	815,859
		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
41	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	60	741,69	0,1	-	1,1	815,859
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
42	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60	926,928	0,1	-	1,1	1019,6208
		Дверь	С	4,60	2,68	60	739,68	0,1	3	4,1	3032,688
43	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60	741,69	0,1	-	1,1	815,859
		Окно	С	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
44	Кухня	Стена	В	10,46	1,23	60	771,948	0,1	-	1,1	849,1428

Продолжение таблицы 2.4

		Окно	В	3,20	1,48	60	284,16	0,1	-	1,1	312,576
45	Жилая комната	Стена	В	22,16	1,23	60	1635,408	0,1	-	1,1	1798,9488
		Окно	В	6,40	1,48	60	568,32	0,1	-	1,1	625,152
	Лестничная клетка	Стена	3	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
	Итого										326972,15

Таблица 2.5 – Теплотери через ограждающие конструкции (12 этаж)

№ Помещения	Наименование помещения	Характеристика помещения			К, (Вт/м²К)	Расчетная разность температуры (t _н -t _в), °С	Основные теплотери Q ₀ , Вт	Добавки β		Коэффициент добавочных теплотер, (1+Σβ)	Теплотери 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	60·0,9	731,9484	0,1	-	1,1	805,14324
		Окно	В	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
2	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	60·0,9	1000,2852	0,1	-	1,1	1100,31372
		Стена	С	22,52	1,23	60·0,9	1495,7784	0,1	-	1,1	1645,35624
		Окно	В	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
		Дверь	С	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
3	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	60·0,9	1495,7784	0,1	-	1,1	1645,35624
		Стена	3	15,06	1,23	60·0,9	1000,2852	0,05	-	1,05	1050,29946
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
		Дверь	С	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
4	Кухня	Стена	3	11,02	1,23	60·0,9	731,9484	0,05	-	1,05	768,54582
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
5	Кухня	Стена	3	17,80	1,23	60·0,9	1182,276	0,05	-	1,05	1241,3898
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
6	Жилая комната	Стена	3	10,30	1,23	60·0,9	684,126	0,05	-	1,05	718,3323
		Дверь	3	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0,05	3	4,05	2696,1336
7	Жилая комната	Стена	3	10,60	1,23	60·0,9	704,052	0,05	-	1,05	739,2546
		Дверь	3	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0,05	3	4,05	2696,1336
8	Жилая комната	Стена	3	12,30	1,23	60·0,9	816,966	0,05	-	1,05	857,8143
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
	Лестничная клетка	Стена	3	22,5	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29
9	Кухня	Стена	3	18,54	1,23	60·0,9	1231,4268	0,05	-	1,05	1292,99814
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
10	Жилая комната	Стена	3	19,66	1,23	60·0,9	1305,8172	0,05	-	1,05	1371,10806
		Стена	Ю	17,30	1,23	60·0,9	1149,066	0	-	1	1149,066
		Окно	3	3,2	1,48	60·0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
		Дверь	Ю	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0	3	4	2662,848
11	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	60·0,9	1248,696	0	-	1	1248,696
		Дверь	Ю	4,6	2,68	60·0,9	665,712	0	3	4	2662,848
12	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	60·0,9	1406,7756	0	-	1	1406,7756
		Окно	Ю	6,4	1,48	60·0,9	511,488	0	-	1	511,488

Продолжение таблицы 2.5

13	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	60-0,9	1474,524	0	-	1	1474,524
		Окно	Ю	6,40	1,48	60-0,9	511,488	0	-	1	511,488
14	Кухня	Стена	Ю	22,00	1,23	60-0,9	1461,24	0	-	1	1461,24
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4	2662,848
15	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	60-0,9	1461,24	0	-	1	1461,24
		Окно	Ю	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0	-	1	255,744
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4	2662,848
16	Жилая комната	Стена	Ю	22,00	1,23	60-0,9	1461,24	0	-	1	1461,24
		Окно	Ю	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0	-	1	255,744
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4	2662,848
17	Кухня	Стена	Ю	22,20	1,23	60-0,9	1474,524	0	-	1	1474,524
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4	2662,848
18	Жилая комната	Стена	Ю	22,20	1,23	60-0,9	1474,524	0	-	1	1474,524
		Окно	Ю	4,60	1,48	60-0,9	367,632	0	-	1	367,632
19	Жилая комната	Стена	Ю	21,18	1,23	60-0,9	1406,7756	0	-	1	1406,7756
		Окно	Ю	4,60	1,48	60-0,9	367,632	0	-	1	367,632
20	Жилая комната	Стена	Ю	18,80	1,23	60-0,9	1248,696	0	-	1	1248,696
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4	2662,848
21	Жилая комната	Стена	Ю	17,30	1,23	60-0,9	1149,066	0	-	1	1149,066
		Стена	В	19,66	1,23	60-0,9	1305,8172	0,1	-	1,1	1436,39892
		Окно	В	3,20	1,48	56	265,216	0,1	-	1,1	291,7376
		Дверь	Ю	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0	3	4,1	2729,4192
22	Жилая комната	Стена	В	18,54	1,23	60-0,9	1231,4268	0,1	-	1,1	1354,56948
		Окно	В	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
	Лестничная клетка	Стена	В	22,50	1,23	60-0,9	1494,45	0,1	-	1,1	1643,895
23	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	60-0,9	816,966	0,1	-	1,1	898,6626
		Окно	В	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
24	Жилая комната	Стена	В	13,10	1,23	60-0,9	870,102	0,1	-	1,1	957,1122
		Дверь	В	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
25	Жилая комната	Стена	В	12,30	1,23	60-0,9	816,966	0,1	-	1,1	898,6626
		Дверь	В	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	1,1	732,2832
26	Кухня	Стена	В	13,10	1,23	60-0,9	870,102	0,1	-	1,1	957,1122
		Окно	В	3,2	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
27	Жилая комната	Стена	В	13,20	1,23	60-0,9	876,744	0,1	-	1,1	964,4184
		Окно	В	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
28	Жилая комната	Стена	В	15,06	1,23	60-0,9	1000,2852	0,1	-	1,1	1100,31372
		Окно	В	3,20	1,48	56	265,216	0,1	-	1,1	291,7376
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
		Стена	С	22,52	1,23	60-0,9	1495,7784	0,1	-	1,1	1645,35624
29	Жилая комната	Стена	С	22,52	1,23	60-0,9	1495,7784	0,1	-	1,1	1645,35624
		Стена	3	15,06	1,23	60-0,9	1000,2852	0,05	-	1,05	1050,29946
		Окно	3	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
30	Жилая комната	Стена	3	11,02	1,23	60-0,9	731,9484	0,05	-	1,05	768,54582
		Окно	3	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,05	-	1,05	268,5312
	Лестничная клетка	Стена	3	22,50	1,23	56	1549,8	0,05	-	1,05	1627,29

Продолжение таблицы 2.5

31	Жилая комната	Стена	3	22,16	1,23	60-0,9	1471,8672	0,05	-	1,05	1545,46056
		Окно	3	6,40	1,48	60-0,9	511,488	0,05	-	1,05	537,0624
32	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60-0,9	667,521	0,1	-	1,1	734,2731
		Окно	С	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
33	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60-0,9	834,2352	0,1	-	1,1	917,65872
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
34	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60-0,9	834,2352	0,1	-	1,1	917,65872
		Дверь	С	4,60	1,48	60-0,9	367,632	0,1	3	4,1	1507,2912
35	Жилая комната	Стена	С	12,98	1,23	60-0,9	862,1316	0,1	-	1,1	948,34476
		Окно	С	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
36	Кухня	Стена	С	10,56	1,23	60-0,9	701,3952	0,1	-	1,1	771,53472
		Окно	С	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
37	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60-0,9	834,2352	0,1	-	1,1	917,65872
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
38	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60-0,9	834,2352	0,1	-	1,1	917,65872
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
39	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60-0,9	667,521	0,1	-	1,1	734,2731
		Окно	С	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
	Лестничная клетка	Стена	С	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
40	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	60-0,9	667,521	0,1	-	1,1	734,2731
		Окно	В	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
41	Жилая комната	Стена	С	10,05	1,23	60-0,9	667,521	0,1	-	1,1	734,2731
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
42	Жилая комната	Стена	С	12,56	1,23	60-0,9	834,2352	0,1	-	1,1	917,65872
		Дверь	С	4,60	2,68	60-0,9	665,712	0,1	3	4,1	2729,4192
43	Кухня	Стена	С	10,05	1,23	60-0,9	667,521	0,1	-	1,1	734,2731
		Окно	С	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
44	Кухня	Стена	В	10,46	1,23	60-0,9	694,7532	0,1	-	1,1	764,22852
		Окно	В	3,20	1,48	60-0,9	255,744	0,1	-	1,1	281,3184
45	Жилая комната	Стена	В	22,16	1,23	60-0,9	1471,8672	0,1	-	1,1	1619,05392
		Окно	В	6,40	1,48	60-0,9	511,488	0,1	-	1,1	562,6368
	Лестничная клетка	Стена	В	22,50	1,23	56	1549,8	0,1	-	1,1	1704,78
	Итого										253436,81

Суммарные тепловые потери по всему зданию:

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_i = Q_{\text{подв}} + Q_{1\text{эт}} + Q_{2\text{эт}} + Q_{3-11\text{эт}} + Q_{12\text{эт}}, \text{ Вт} \quad (1.6)$$

$$\begin{aligned} Q_{\Sigma} &= \sum Q_i = Q_{\text{подв}} + Q_{1\text{эт}} + Q_{2\text{эт}} + Q_{3-11\text{эт}} + Q_{12\text{эт}} = \\ &= 21428,9 + 336783,5 + 283566,79 + 326972,15 \cdot 9 + 253436,81 = 3837965,35 \text{ ,Вт.} \end{aligned}$$

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

$$q = Q_{\Sigma} / F_{\text{зд}}, \text{ Вт/м}^2 \quad (1.7)$$

$$q = Q_{\Sigma} / F_{\text{зд}} = 3837965,35 / 17485,4 = 219,5 \text{ ,Вт/м}^2$$

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 650мм), 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 согласно заданию заказчика устанавливаем в жилых и нежилых помещениях алюминиевые радиаторы Сялко – 500, для технических помещений – регистры из гладких труб, а для торговых залов конвекторы типа РКО – 3.973 – 419 п.

Радиаторы Сялко изготавливаются из коррозионо – стойкого алюминиевого сплава АД31, методом прессования. Использование метода прессования исключает появление пористости материала стенок (как в литых радиаторах) и позволяет получить гладкую внутреннюю поверхность, защищенную стойкой оксидной пленкой, при обеспечении высокой пористости изделия.

Преимущества радиаторов «Сялко»:

- оригинальный дизайн, прекрасно дополняющий любой интерьер;
- малый вес, что важно при транспортировке, хранении и монтаже;
- низкая термическая инерционность и малый внутренний объем позволяют быстро запускать систему и регулировать тепловой поток радиатора в автоматическом режиме;
- полная универсальность (открытые и замкнутые системы отопления);
- высокое качество окраски гарантирует безупречность покрытия на весь срок эксплуатации;

- широкий модульный ряд позволяет удовлетворить любые потребности покупателя (включая индивидуальное проектирование и изготовление);
 - скрытый крепеж и малые габариты экономят пространство и облегчают проектирование и монтаж;
 - высокая теплопередача (на 10 – 15% выше чугунных и стальных радиаторов, при тех же геометрических размерах);
- Характеристики этих радиаторов следующие:
- рабочее давление – 16 атм (1,6 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.

$$Q_{пр.д} = Q_{н.у.} \cdot \varphi_k, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

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

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

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \cdot \psi_c, \quad (1.9)$$

где 70 – номинальный температурный напор, °С;

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_g = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ\text{C}, \quad (1.10)$$

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

t_g - 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 «Сиалко»:

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

Комплексный коэффициент φ_k для регистров из гладких труб:

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

Комплексный коэффициент φ_k для конвекторов:

$$\varphi_{k.Конвектор} = \left(\frac{64,5}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{350}{360}\right)^{0,01} \cdot 1 \cdot 0,99 = 0,909$$

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

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

$$Q_{np.дКонвектр} = 3055 \cdot 0,909 = 2776,9$$
, Вт.

2.3.2 Тепловой расчет приборов

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

$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{np}}{\phi_k}, \text{ Вт} \quad (1.11)$$

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

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 \cdot Q_{mp}, \text{ Вт}; \quad (1.12)$$

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 \cdot Q_{mp} = 3837965,35 - 0,9 \cdot 401212 = 3476874,55, \text{ Вт} \quad (1.13)$$

$q_в$ и $q_г$ - теплоотдача 1м вертикальных и горизонтальных труб, Вт./м, принимаем по [2. табл. П.22];

$l_в$ и $l_г$ - длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Тогда
$$Q_{н.т.} = \frac{3476874,55}{0,895} = 3884776, \text{ Вт}$$

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

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{70 \cdot K_{н.у.} \cdot \phi_k} = \frac{3476874,55}{70 \cdot 5,1 \cdot 0,895} = 10881,7 \text{ м}^2.$$

Результаты расчета количества секций отопительных приборов в каждом помещении жилого комплекса рассчитаны и сведены в таблицы 2.6 – 2.10

Таблица 2.6 – Количество размещаемых отопительных приборов в помещениях

подвала

№ помещения	Наименование помещения	Количество секций, шт.	Общая площадь секций, м ²
20	Тренерская	4+4	0,984
21	Зал шейпинга	8+9	2,091
37	Зал шейпинга	8+7+8+9+15+12+10+13+15	11,931
38	Коридор	7+8+9+15+12	6,273
44	Техническое помещение	4	0,492
45	Техническое помещение	7	0,861
50	Комната отдыха бильярдной	8	0,984
51	Зал бильярда на 1 стол	7	0,861
52	Зал бильярда на 1 стол	9	1,107
53	Зал бильярда на 1 стол	7+8	1,845
54	Комната собраний бильярдного клуба	9	1,107
55	Комната персонала бильярдной	12	1,476
Итого		175	30,012

Таблица 2.7 – Количество размещаемых отопительных приборов в помещениях 1 этажа

№ помещения	Наименование помещения	Радиаторы «Сялко»		Регистры из гладких труб, кол – во труб· длину, м	Конвекторы, шт.
		Количество секций, шт.	Общая площадь секций, м ²		
1	Разгрузочное помещение	-	-	4· 6,25	-
2	Техническое помещение	8	0,984	-	-
5	Мусоросборная камера	-	-	5· 1,0	-
9	Лифтовый холл	31	3,813	-	-
13	Помещение персонала	8+9	2,091	-	-
16	Лифтовый холл	6	0,738	-	-
17	Мусоросборная камера	-	-	4· 1,0	-
18	Кабинет	8	0,984	-	-
19	Торговый зал	30	3,69	-	-
21	Торговый зал	107	13,161	-	10
23	Тамбур	7	0,861	-	-
32	Тамбур	10	1,23	-	-
33	Мусоросборная камера	-	-	5· 1,0	-
43	Холл-вестибюль кафе	7	0,861	-	-
49	Тамбур	9	1,107	-	-
50	Зал кафе	54	6,642	-	-
51	Мусоросборная камера	-	-	4· 1,0	-
54	Помещение персонала	5	0,615	-	-
55	Моечная	3	0,369	-	-
60	Помещение персонала	8	0,984	-	-
62	Горячий цех	5	0,615	-	-
63	Моечная кухонной посуды	10	1,23	-	-
69	Кладовая сухого запаса	6	0,738	-	-
72	Канторское помещение	6	0,738	-	-
75	Разгрузочное помещение	-	-	3· 4,6	-
	Итого	342	42,066		

Таблица 2.8 – Количество отопительных приборов в помещениях 2 этажа

№ помещения	Наименование помещения	Количество секций, шт.	Общая площадь секций, м ²	Конвекторы, шт.
1	Складское помещение	11+11	2,706	-
2	Комната персонала магазина	15+16	3,813	-
3	Коридор	8	0,984	-
4	Тамбур шлюз	8	0,984	-
5	Складское помещение	6	0,738	-
6	Техническое помещение	9+11	2,46	-
7	Кабинет директора помещения	8	0,984	-
8	Бухгалтерия	8	0,984	-
	Лестничная клетка	8	0,984	-
9	Коридор	6	0,738	-
	Лестничная клетка	8	0,984	-
	Лестничная клетка	8	0,984	-
13	Складское помещение	3	0,369	-
14	Торговый зал	6+8+6+8	3,444	-
15	Торговый зал	176	21,648	12
24	Кабинет начальника	15	1,845	-
25	Рабочий кабинет	10	1,23	-
	Лестничная клетка	11+4	1,845	-
30	Рабочий кабинет	41	5,043	-
31	Комната персонала	7+7	1,722	-
32	Рабочий кабинет	13+6	2,337	-
33	Рабочий кабинет	11	1,353	-
34	Рабочий кабинет	10	1,23	-
	Лестничная клетка	11	1,353	-
	Лестничная клетка	12	1,476	-
	Итого	506	62,238	

Таблица 2.9 – Количество размещаемых отопительных приборов в помещениях 3 – 6 этажах

№	Наименование помещения	3 этаж		4 этаж		5 этаж		6 этаж	
		Количество секций, шт.	Площадь, м ²						
1	Жилая комната	13	1,599	12	1,476	11	1,353	10	1,23
2	Жилая комната	12+11	2,829	12+11	2,829	11+10	2,583	10+9	2,337
3	Жилая комната	11+14	3,075	9+11	2,46	10+12	2,706	10+13	2,829
4	Кухня	9	1,107	9	1,107	9	1,107	8	0,984
5	Кухня	15	1,845	14	1,722	13	1,599	12	1,476
6	Жилая комната	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107
7	Жилая комната	12	1,476	11	1,353	11	1,353	10	1,23
8	Жилая комната	9	1,107	10	1,23	9	1,107	9	1,107
9	Лестничная клетка	10	1,23	10	1,23	10	1,23	9	1,107
10	Кухня	10	1,23	10	1,23	10	1,23	9	1,107
11	Жилая комната	10+10	2,46	10	1,23	9	1,107	8	0,984
12	Жилая комната	10+9	2,337	10	1,23	9	1,107	8	0,984
13	Жилая комната	11+11	2,706	10	1,23	10	1,23	9	1,107
14	Жилая комната	9+9	2,214	9	1,107	8	0,984	8	0,984
15	Кухня	6+6	1,476	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353
16	Жилая комната	8+8	1,968	6+9	1,845	6+9	1,845	6+8	1,722
17	Жилая комната	13+5	2,214	12+5	2,091	11+5	1,968	11+4	1,845
18	Кухня	6+6	1,476	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353
19	Жилая комната	10+10	2,46	9+9	2,214	9+9	2,214	8+8	2,214
20	Жилая комната	11+11	2,706	11+11	2,706	10+10	2,46	9+9	2,214
21	Жилая комната	8+14	2,706	7+3	2,46	7+12	2,337	7+12	2,337
22	Жилая комната	10+10	2,46	9	1,107	9	1,107	8	0,984
23	Жилая комната	10	1,23	10	1,23	10	1,23	9	1,107
24	Лестничная клетка	10	1,23	12	1,476	11	1,353	11	1,353
25	Жилая комната	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107
26	Жилая комната	11	1,353	11	1,353	10	1,23	10	1,23
27	Жилая комната	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107
28	Кухня	12	1,476	12	1,476	11	1,353	11	1,353
29	Жилая комната	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107
30	Жилая комната	15+7	2,829	14+6	2,46	13+6	2,337	12+6	2,214
31	Жилая комната	6+15	2,583	14+6	2,46	13+6	2,377	12+6	2,214
32	Жилая комната	14	1,722	13	1,599	12	1,476	11	1,353
33	Лестничная клетка	10	1,23	12	1,476	12	1,476	11	1,353
34	Жилая комната	13	1,599	10+9	2,337	9+9	2,214	8+8	1,968
35	Кухня	9	1,107	8	0,984	8	0,984	7	0,861
36	Жилая комната	8+5	1,599	8	0,984	8	0,984	7	0,861
37	Жилая комната	8+4	1,476	8	0,984	7	0,861	7	0,861
38	Жилая комната	12	1,476	11	1,353	10	1,23	9	1,107
39	Лестничная клетка	10	1,23	14	1,722	13	1,599	12	1,476
40	Кухня	8	0,984	8	0,984	7	0,861	7	0,861
41	Жилая комната	9+5	1,722	8+5	1,599	8+5	1,599	8+5	1,599
42	Жилая комната	15	1,845	14	1,722	13	1,599	12	1,476

43	Кухня	8	0,984	7	0,861	7	0,861	7	0,861
----	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Продолжение таблицы 2.9

44	Лестничная клетка	10	1,23	10	1,23	10	1,23	9	1,107
45	Жилая комната	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107
46	Жилая комната	7+4	1,353	7	0,861	7	0,861	6	0,738
47	Жилая комната	9+5	1,722	9+5	1,722	8+5	1,599	8+5	1,599
48	Кухня	7	0,861	10	1,23	10	1,23	9	1,107
49	Кухня	7	0,861	10	1,23	10	1,23	9	1,107
50	Жилая комната	10+10	2,46	9+9	2,214	9+9	2,214	8+8	1,968
51	Лестничная клетка	10	1,23	10	1,23	10	1,23	9	1,107
	Итого		86,715		77,49		74,538		69,864

Таблица 2.10 – Количество размещенных отопительных приборов в помещениях 7 – 12 этажах

№	Наименование помещения	7 этаж		8 этаж		9 этаж		10 этаж		11 этаж		12 этаж	
		Кол-во секций, шт.	Площадь, м ²										
1	Жилая комната	10	1,23	9	1,107	9	1,107	8	0,984	8	0,984	9	1,107
2	Жилая комната	9+9	2,214	9+8	2,091	8+8	1,968	8+7	1,845	7+7	1,722	8+8	1,968
3	Жилая комната	9+10	2,337	8+10	2,214	8+9	2,091	7+9	1,968	7+8	1,845	8+10	2,214
4	Кухня	8	0,984	7	0,861	7	0,861	7	0,861	7	0,861	8	0,984
5	Кухня	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107	10	1,23
6	Жилая комната	9	1,107	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	9	1,107
7	Жилая комната	10	1,23	9	1,107	9	1,107	9	1,107	8	0,984	10	1,23
8	Жилая комната	8	0,984	8	0,984	8	0,984	7	0,861	7	0,861	9	1,107
9	Лестничная клетка	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	7	0,861	8	0,984
10	Кухня	9	1,107	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	9	1,107
11	Жилая комната	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	8+8	1,968
12	Жилая комната	8+7	1,845	7+7	1,722	7+7	1,722	7+6	1,599	7+6	1,599	8+8	1,968
13	Жилая комната	9+9	2,214	9+8	2,091	8+8	1,968	8+8	1,968	7+7	1,722	8+8	1,968
14	Жилая комната	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	6+6	1,476	8+8	1,968
15	Кухня	5+5	1,23	5+5	1,23	5+5	1,23	5+5	1,23	4+5	1,107	5+6	1,353
16	Жилая комната	6+8	1,722	6+8	1,722	5+7	1,476	5+7	1,476	5+7	1,476	6+7	1,599
17	Жилая комната	10+4	1,722	10+4	1,722	9+4	1,599	9+4	1,599	8+4	1,476	9+5	1,722
18	Кухня	5+5	1,23	5+5	1,23	5+5	1,722	5+5	1,722	5+4	1,722	5+6	1,968
19	Жилая комната	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	8+8	1,968
20	Жилая комната	9+9	2,214	8+8	1,968	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	8+8	1,968
21	Жилая комната	11+6	2,091	10+6	1,968	10+6	1,968	9+6	1,845	9+5	1,722	11+6	2,091
22	Жилая комната	8+7	1,845	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	6+6	1,476	7+7	1,722
23	Жилая комната	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	8	0,984	9	1,107

Продолжение таблицы 2.10

24	Лестничная клетка	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107	9	1,107	10	1,23
25	Жилая комната	8	0,984	8	0,984	8	0,984	7	0,861	7	0,861	9	1,107
26	Жилая комната	9	1,107	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	10	1,23
27	Жилая комната	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	8	0,984	9	1,107
28	Кухня	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107	9	1,107	10	1,23
29	Жилая комната	8	0,984	8	0,984	7	0,861	7	0,861	7	0,861	8	0,984
30	Жилая комната	12+6	2,214	11+5	1,968	11+5	1,968	10+5	1,845	10+5	1,845	11+6	2,091
31	Жилая комната	12+5	2,091	11+5	1,968	10+5	1,845	10+5	1,845	10+5	1,845	11+6	2,091
32	Жилая комната	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107	8	0,984	10	1,23
33	Лестничная клетка	12	1,476	12	1,476	11	1,353	10	1,23	10	1,23	11	1,353
34	Жилая комната	8+8	1,968	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	8+8	1,968
35	Кухня	7	0,861	7	0,861	6	0,738	6	0,738	6	0,738	7	0,861
36	Жилая комната	7+5	1,599	7+5	1,599	6+5	1,353	6+6	1,476	6+6	1,476	8+8	1,968
37	Жилая комната	7+5	1,476	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353	7+7	1,722
38	Жилая комната	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	7	0,861	9	1,107
39	Лестничная клетка	10	1,353	11	1,353	10	1,23	10	1,23	9	1,107	10	1,23
40	Кухня	7	0,861	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738	7	0,861
41	Жилая комната	7+6	1,599	7+6	1,599	7+6	1,599	7+6	1,599	7+6	1,599	8+6	1,722
42	Жилая комната	12	1,476	11	1,353	11	1,353	11	1,353	10	1,23	12	1,476
43	Кухня	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738	7	0,861
44	Лестничная клетка	9	1,107	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	9	1,107
45	Жилая комната	9	1,107	8	0,984	8	0,984	8	0,984	7	0,861	9	1,107
46	Жилая комната	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353	6+5	1,353	5+5	1,23	8+7	1,845
47	Жилая комната	5+7	1,476	6+7	1,599	6+7	1,599	6+6	1,476	6+6	1,476	8+8	1,968
48	Кухня	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738	5	0,615	7	0,861
49	Кухня	6	0,738	6	0,738	6	0,738	6	0,738	5	0,615	7	0,861
50	Жилая комната	8+8	1,968	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	7+7	1,722	8+8	1,968
51	Лестничная клетка	10	1,23	10	1,23	9	1,107	9	1,107	8	0,984	9	1,107
	Итого		73,185		69,495		67,158		65,682		62,976		74,661

Суммарное количество секций радиаторов «Сиалко» во всем здании составляет 6020 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.

Систему 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]:

$$\Delta p_p = \Delta p_{нас} + \Delta p_{ест}, \text{ Па}, \quad (1.15)$$

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;

$$\Delta p_e = \Delta p_{e.нр} + \Delta p_{e.тр}. \quad (1.16)$$

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

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

$$\Delta p_{e.нр} = g \cdot (h_1(\rho_1 - \rho_2) + h_2(\rho_2 - \rho_2) + h_3(\rho_3 - \rho_2) + h_i(\rho_i - \rho_2)) \quad (1.17)$$

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.

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

$$\Delta p_{e.mp.} = g \sum_1^n (h_i (\rho_{i+1} - \rho_i)) \quad (1.18)$$

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

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 $\Delta t_{\bar{n}\delta}$, таких же, как расчетный перепад температуры воды во всей системе $\Delta t_{\bar{n}}$:

$$\Delta t_{cm} = \Delta t_c = t_r - t_o, \text{ }^\circ\text{C} \quad (1.19)$$

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.:

$$\Delta p_{общ} = \sum_1^N (Rl + z)_i, \text{ Па/м} \quad (1.20)$$

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

$$\Delta p_i = \Delta p_j \quad (1.21)$$

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:

$$R_{cp} = \frac{k \cdot \Delta p_p}{\sum l}, \text{ Па/м}, \quad (1.22)$$

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:

$$R_T = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho \cdot l = R \cdot l, \text{ Па/м}, \quad (1.23)$$

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:

$$z = \sum \xi \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho = \sum \xi \cdot p_d, \text{ Па/м}, \quad (1.24)$$

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:

$$\Delta p = Rl + z. \quad (1.25)$$

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 однетрубной с нижней разводкой (на примере основного циркуляционного кольца стояка № 17)

- горизонтальной однетрубной (на примере системы отопления шейпинг клуба).

Результаты расчетов остальных систем отопления представлены в Приложении А в виде схем отопления, с указанием выбранных диаметров.

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.

$$\Delta p_1 = \frac{\Delta p_p}{\sum l} = \min \quad (1.26)$$

В вертикальной однетрубной 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 магистралях.

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 $R_{ср}$, на 1метр трубы:

$$R_{ср} = \frac{(1-b)\Delta p_p}{\sum l}, \text{ Па}, \quad (1.27)$$

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

$$G_{yч} = \frac{3,6 \cdot Q_{yч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_n - t_o)}, \text{ кг/ч}, \quad (1.28)$$

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 «Сиалко»);

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

5. По величине R_{cp} , по расходу теплоносителя на участке $G_{yч}$ и по предельно допустимым скоростям движения теплоносителя находят 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

$$R_z = l \cdot R_\phi, \text{ Па}, \quad (1.29)$$

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 II.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 $\sum (R \cdot l + Z)_{\text{г.ц.к.}}$.

Таблица 2.11 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца (17 стояк)

№ уч-ка	Q _{уч} , Вт	G _{уч} , кг/ч	d, мм	l, м	W, м/с	R _ф , Па/м	Σζ	R _ф ·l, Па	Z, Па	R·l+Z, Па	ΣP _{уч} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6954,13	250,34868	108	15,1	0,542	57	1,5	860,7	388,614	1249,314	
2	1352,65	48,6954	89	2,34	0,567	83	1,5	194,22	406,539	600,759	1850,073
3	1265,3	45,5508	89	5,7	0,589	37	2,5	210,9	703,855	914,755	2764,828
4	6892,24	248,12064	50	18,1	0,596	45	1,5	814,5	427,332	1241,832	4006,66
5	2476,3	89,1468	25	3,5	0,601	57	4,5	28,5	1292,751	1321,251	5327,911
6	3938,65	141,7914	20	2,48	0,625	86	1	213,28	298,75	512,03	5839,941
7	-	45,32	20	0,5	0,637	23	5	11,5	1522,43	1533,93	7373,93
8	1201,36	43,24896	20	2,48	0,649	86	1	213,28	310,222	523,502	7897,373
9	-	45,32	20	0,5	0,651	23	5	11,5	1555,89	1567,39	9464,763
10	1201,36	43,24896	20	2,48	0,658	86	1	213,28	314,524	527,804	9992,567
11	-	45,32	20	0,5	0,672	23	5	11,5	1606,08	1617,58	11610,147
12	1201,36	43,24896	20	2,48	0,681	86	2	213,28	651,036	864,316	12474,463
13	-	45,32	20	0,5	0,685	23	5	11,5	1637,15	1648,65	14123,113
14	1201,36	43,24896	20	2,48	0,689	86	2	213,28	658,684	871,964	14995,077
15	-	45,32	20	0,5	0,706	23	5	11,5	1687,34	1698,84	16693,917
16	1201,36	43,24896	20	2,48	0,716	86	1	213,28	342,248	555,528	17249,445
17	-	45,32	20	0,5	0,725	23	5	11,5	1732,75	1744,25	18993,695
18	1201,36	43,24896	20	2,48	0,729	86	2	213,28	696,924	910,204	19903,899
19	-	45,32	20	0,5	0,732	23	5	11,5	1749,48	1760,98	21664,879
20	1201,36	43,24896	20	2,48	0,749	86	1	213,28	358,022	571,302	22236,181
21	-	45,32	20	0,5	0,751	23	5	11,5	1794,89	1806,39	24042,571
22	1201,36	43,24896	20	2,48	0,758	86	1	213,28	362,324	575,604	24618,175
23	-	45,32	20	0,5	0,75	23	5	11,5	1792,5	1804	26422,175
24	1425,36	51,31296	20	2,48	0,752	86	1	213,28	572,736	572,736	26994,911
25	-	45,32	20	0,5	0,753	23	5	11,5	1799,67	1811,17	28806,081
26	11036,24	397,30464	20	26,82	0,814	57	4	1528,74	1556,368	3085,108	31891,189
27	2476,3	89,1468	25	5,7	0,824	37	3	210,9	1181,616	1392,516	33283,705
28	6892,24	248,12064	50	18,1	0,725	83	1	1502,3	346,55	1848,85	35132,555
29	1265,3	45,5508	89	8,04	0,709	57	1,5	458,28	508,353	966,633	36099,188
30	954,13	34,34868	108	15,1	0,652	57	3	860,7	934,968	1795,668	37894,856

Сравнивается полученное значение $\sum(R \cdot l + Z)_{Г.Ц.К} = 37894,856$, Па с ΔP_p

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{cm}}{\Delta P_p} = \frac{39721,6 - 37894,859}{39721,6} \cdot 100\% = 4,6\% < 10\%.$$

Потери давление в стояке (с 6 по 26 участок) составляют 26563,278 Па.

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:

$$\sum (Rl + Z)_{cm} = \Delta p_{p.cm.}, \quad (1.30)$$

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 2.12 – Гидравлический расчет второстепенного циркуляционного кольца(18 стояк)

№ Учка	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	7586,3	273,1068	32	3,5	0,542	57	5,5	199,5	1424,918	1624,918	
6	5341,25	192,285	32	0,7	0,567	83	1	58,1	271,026	329,126	1953,544
7	2655,3	95,5908	25	2,28	0,581	37	2	84,36	555,436	639,796	2593,34
8	-	45,32	25	0,5	0,586	45	5	22,5	1400,54	1423,04	4016,38
9	2476,3	89,1468	25	2,48	0,596	57	2	141,36	569,776	711,136	4727,516
10	-	45,32	25	0,5	0,625	86	5	43	1493,75	1536,75	6264,266
11	2105,3	75,7908	25	2,48	0,63	23	2	57,04	602,28	659,32	6923,586
12	-	45,32	25	0,5	0,649	86	5	43	1551,11	1594,11	8517,696
13	2105,3	75,7908	25	2,48	0,651	23	2	57,04	622,356	679,396	9197,092
14	-	45,32	25	0,5	0,658	86	5	43	1572,62	1615,62	10812,712
15	2000,9	72,0324	25	2,48	0,672	23	1	57,04	321,216	378,256	11190,968
16	-	45,32	25	0,5	0,681	86	5	43	1627,59	1670,59	12861,558
17	2000,9	72,0324	25	2,48	0,683	23	2	57,04	652,948	709,988	13571,546
18	-	45,32	25	0,5	0,685	86	5	43	1637,15	1680,15	15251,696
19	2000,9	72,0324	25	2,48	0,706	23	2	57,04	674,936	731,976	15983,672
20	-	45,32	25	0,5	0,716	86	5	43	1711,24	1754,24	17737,912
21	2000,9	72,0324	25	2,48	0,725	23	1	57,04	346,55	403,59	18141,502
22	-	45,32	25	0,5	0,729	86	5	43	1742,31	1785,31	19926,812
23	2000,9	72,0324	25	2,48	0,732	23	2	57,04	699,792	756,832	20683,644
24	-	45,32	25	0,5	0,749	86	5	43	1790,11	1833,11	22516,754
25	2000,9	72,0324	25	2,48	0,751	23	1	57,04	358,978	416,018	22932,772
26	-	45,32	25	0,5	0,758	86	5	43	1811,62	1854,62	24787,392
27	2306,3	83,0268	25	2,48	0,753	23	1	57,04	359,934	416,974	25204,366
28	-	45,32	25	0,5	0,752	86	5	43	1797,28	1840,28	27044,646
29	12305,3	442,9908	25	26,82	0,753	23	1	616,86	359,934	976,794	28021,44
30	11036,24	397,30464	32	3,5	0,682	57	4	199,5	1303,984	1503,484	29524,924

Потери давления в стояке 18 (с 6' по 29' участка) составляют 25420,23Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_{cm.17} - \sum P_{cm.18}}{\Delta P_{cm.17}} = \frac{26563,278 - 25420,23}{26563,278} \cdot 100\% = 4,3\% < 15\%$$

Так как условие выполняется, то расчет считается законченным.

Теперь проводится гидравлический расчет системы отопления шейпинг клуба.

Т.к. система в этом помещении запроектирована однотрубной горизонтальной, следовательно, основное циркуляционное кольцо выбирается по меньшему значению Δp_1 .

Для горизонтальных однотрубных систем отопления расчетное циркуляционное давление рассчитывается по формуле:

$$\Delta p_p = \Delta p_{нас} + 0,4\Delta p_{ест}, \text{ Па}, \quad (1.31)$$

В горизонтальных однотрубных системах отопления последовательно соединенные приборы образуют ветвь, которая располагается на одной и той же высоте над центром нагрева. Промежуточное изменение температуры и плотности в ветви по горизонтали вследствие охлаждения воды в приборах не отражается на значение естественного циркуляционного давления, которое определяется в зависимости от разности гидростатического давления, а следовательно $\Delta p_{ест} = 0$.

Принимается $\Delta p_{нас} = 25000 \text{ Па}$.

Таблица 2.13 – Гидравлический расчет системы отопления шейпинг клуба

№ 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
0	7586,3	273,1068	40	24	0,542	57	6	1368	1554,456	2922,456	
1	5341,25	192,285	32	2,3	0,567	83	1,5	190,9	406,539	597,439	3519,895
2	2655,3	95,5908	32	5,6	0,581	37	1,5	207,2	416,577	623,777	4143,672
3	2536,3	91,3068	32	33,5	0,586	45	1,5	1507,5	420,162	1927,662	6071,334
4	2476,3	89,1468	25	9,8	0,596	57	2,2	558,6	626,7536	1185,3536	7256,6876
5	2389,66	86,02776	25	6,7	0,625	86	5,2	576,2	1553,5	2129,7	9386,3876
6	2105,3	75,7908	25	6,7	0,63	23	5,2	154,1	1565,928	1720,028	11106,416
7	2555,36	91,99296	25	17,5	0,649	86	12	1505	3722,664	5227,664	16334,08
11	8933,6	321,6096	32	33,5	0,651	23	1,5	770,5	466,767	1237,267	17571,347
12	3544,2	127,5912	32	5,6	0,658	86	3	481,6	943,572	1425,172	18996,519
13	2000,9	72,0324	32	2,48	0,672	23	1,5	57,04	481,824	538,864	19535,383
14	9620,3	346,3308	40	24	0,681	86	9	2064	2929,662	4993,662	24529,045
15	6502,3	234,0828	25	15,7	0,683	23	3,2	361,1	1044,7168	1405,8168	25934,861
16	2005,6	72,2016	25	2,5	0,685	86	5,2	215	1702,636	1917,636	27852,497
17	2005,6	72,2016	25	3,3	0,706	23	6	75,9	2024,808	2100,708	29953,205
19	2500,3	90,0108	20	9,56	0,716	86	3,2	822,16	1095,1936	1917,3536	31870,559
20	2000,9	72,0324	20	2,48	0,725	23	5,2	57,04	1802,06	1859,1	33729,659
21	2300,5	82,818	20	2,5	0,729	86	4	215	1393,848	1608,948	35338,507
22	2000,9	72,0324	20	12,6	0,732	23	2	289,8	699,792	989,592	36328,099
23	6352,3	228,6828	20	12,35	0,749	86	3,2	1062,1	1145,6704	2207,7704	38535,869
24	2000,9	72,0324	20	5,68	0,751	23	5,2	130,64	1866,6856	1997,3256	40533,195
25	3658,3	131,6988	20	5,88	0,758	86	4	505,68	1449,296	1954,976	42488,171
26	2306,3	83,0268	20	2,48	0,753	23	2	57,04	719,868	776,908	43265,079
27	2487,3	89,5428	20	6,35	0,681	56	3,2	355,6	1041,6576	1397,2576	44662,337
28	4305,3	154,9908	20	5,52	0,654	23	4,2	126,96	1312,9704	1439,9304	46102,267
29	2501,3	90,0468	20	5,52	0,681	23	6	126,96	1953,108	2080,068	48182,335
30	8960,2	322,5672	20	12,6	0,753	25	3	315	1079,802	1394,802	49577,137

Потери давления на основном циркуляционном кольце (участок 0-14) составляют 24529,04 Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_p - \sum P_{\text{оцк}}}{\Delta P_{\text{оцк}}} = \frac{25000 - 24529,04}{24529,04} \cdot 100\% = 1,9\% < 15\%$$

Так как условие выполняется, то расчет считается законченным.

Далее проводится проверка потерь давления на второстепенных кольцах.

Потери давления на участке (4-7) составляют 5035,082 Па, а на участке (15-17) 5424,161 Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_{15-17} - \sum P_{4-7}}{\Delta P_{15-17}} = \frac{5424,161 - 5035,082}{5424,161} \cdot 100\% = 7,17\% < 15\%$$

Потери давления на участке (27 – 30) составляет 6312,058 Па, а на участке (15 – 17) 5424,161 Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_{27-30} - \sum P_{15-17}}{\Delta P_{27-30}} = \frac{6312,058 - 5424,161}{6312,058} \cdot 100\% = 14,2\% < 15\%$$

Потери давления на участке (23 – 26) составляют 6936,98 Па, а на участке (19 – 22) 6374,894 Па, следовательно

$$\frac{\Delta P_{23-26} - \sum P_{19-22}}{\Delta P_{23-26}} = \frac{6936,98 - 6374,894}{6936,98} \cdot 100\% = 8,69\% < 15\%$$

Так как условия выполняются, 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 повышенное уровня

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 раздельными 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, шейпинг – зале, бильярдном зале 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 – 4 м от пола.

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

3.3.1 Расчет общеобменной вентиляции

3.3.1.1 Количество воздуха, подаваемого в помещение [6]

$$L = n \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.1)$$

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

V_n – объем помещения, м^3 .

Помещения подвала:

$$L = 2,8 \cdot 1766 = 4946 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Помещения первого этажа:

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

Помещения второго этажа:

$$L = 2,8 \cdot 1384 = 3875 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

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

$$L = L_6, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (2.2)$$

Помещения подвала:

$$L_6 = 4946 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Помещения первого этажа:

$$L_6 = 3025 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Помещения второго этажа:

$$L_6 = 3875 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

3.3.2 Аэродинамический расчет воздуховодов системы вытяжной вентиляции

Вытяжка воздуха из помещения организована через вытяжную систему. Производительность системы $L = 4946$, $\text{м}^3/\text{ч}$. 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 (табл. 2.2).

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 1м длины участка R_f и динамическое H_d . найденные величины заносятся в 3,4,5, и 8 графы (табл.2.2).

3.3.2.5 Потери давления на трение на участке воздуховода определяются по формуле

$$R = l \cdot R_{\phi}, \text{ Па} \quad (2.3)$$

где l – длина участка воздуховода, м.

Результаты заносятся в графу 6 (табл.2.2).

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 (табл.2.2).

3.3.2.7 Потери давления на местные сопротивления [7]

$$Z = H_{\phi} \cdot \sum \zeta, \text{ Па} \quad (2.4)$$

Результаты расчета заносят в графу 9 (табл.2.2).

3.3.2.8 Общие потери давления на каком – либо участке воздуховода

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (2.5)$$

Результаты расчета сводятся в графу 10 (табл.2.2).

3.3.2.9 Рассчитав общие потери давления на каждом участке ΔP_{ϕ} определяются суммарные потери давления на всех участках системы $H_n = \sum (R \cdot l + Z)$, величину которых записывают в графу 11 (табл.2.2).

3.3.2.10 Увязку всех остальных участков системы проводят, начиная с самых протяженных ответвлений. Методика увязки ответвлений аналогична расчету участков основного направления. Разница состоит лишь в том, что при увязке каждого ответвления известны потери в нем.

Потери от точки разветвления до конца ответвления должны быть равны потерям от той же точки до конца главной магистрали, т.е. $(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} = (R \cdot l + Z)_{\text{магистр.отв}}$. Для расчета ответвления применяется способ последовательного подбора.

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

$$\frac{(R \cdot l + Z)_{\text{отв}} - (R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч.}}}{(R \cdot l + Z)_{\text{парал.уч.}}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (2.6)$$

Таблица 3.1 – Сумма коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке воздуховода В-1-П

№ участка	D, мм	Наименование местных сопротивлений	ζ	$\Sigma\zeta$
	1			
магистраль				
1	200	отвод, расширение	1,1+0,0,146	1,246
2	315	тройник	0,8	0,8
3	315	тройник	0,8	0,8
4	315	тройник	0,8	0,8
5	315	колени	1,8	1,8
6	315	тройник	0,8	0,8
7	315	тройник	0,8	0,8
8	400	расширение, тройник, отвод, огнезадержив. клапан, сепаратор	0,146+0,01+1,1+1,52+22	24,776
ответвления				
1	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,25+0,4	1,110
2	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,79+0,4	1,650
3	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,65+0,4	1,455
4	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,65+0,4	1,455
5	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,65+0,4	1,455
6	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,60+0,4	1,460
7	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,60+0,4	1,460
8	200	воздухораспределитель, тройник, отвод	0,856+0,60+0,4	1,460

Таблица 3.2 – Расчетная таблица сети воздухопроводов В-1-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		Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Скоростное давление Н 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 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	206	3,4	200	2,1	0,067	0,2278	1,246	0,27	0,33642	0,564	
2	412	1,5	315	2,6	0,044	0,066	0,8	0,4138	0,33110	0,397	0,9613
3	618	1,5	315	3,15	0,089	0,1335	0,8	0,6075	0,486	0,619	1,5808
4	824	1,5	315	3,38	0,102	0,153	0,8	0,6994	0,5595	0,7125	2,2933
5	1030	2,5	315	3,56	0,113	0,2825	1,8	0,7759	1,3966	1,6791	3,9725
6	1236	1,5	315	5,21	0,125	0,1875	0,8	1,6618	1,3295	1,5170	5,4895
7	1442	1,5	315	6,10	0,185	0,2775	0,8	2,2781	1,82253	2,1001	7,5896
8	1648	39	400	6,85	0,211	8,229	24,776	2,8728	71,1766	79,405	86,99
ответвления											
1	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,110	0,1408	0,15632	0,1688	
2	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,650	0,1408	0,2323	0,2448	
3	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,455	0,1408	0,20488	0,2173	
4	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,455	0,1408	0,20488	0,2173	
5	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,455	0,1408	0,2048	0,2173	
6	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,460	0,1408	0,2055	0,2180	
7	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,460	0,1408	0,2055	0,2180	
8	206	0,5	200	2,3	0,025	0,0125	1,460	0,1408	0,2055	0,2180	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 86,99$ кг/м².

Таблица 3.3 – Расчетная таблица сети воздухопроводов 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 коэффициентов местных сопротивлений	Скоростное давление Н 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 Н _н , 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	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 $H_n = 86,99$ кг/м².

Таблица 3.4 – Расчетная таблица сети воздухопроводов В-1-1, 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 Н 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 Н _н , 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	216	3,5	125	3,1	0,067	0,2345	3,046	0,5883	1,7921	2,0266	
2	432	2,5	200	3,85	0,083	0,2075	0,8	0,9075	0,726	0,9335	2,9595
3	648	3,5	200	4,42	0,096	0,336	2,6	1,1961	3,1098	3,4458	6,4053
4	864	2,5	200	4,64	0,115	0,2875	0,8	1,3181	1,0545	1,3420	7,7473
5	1080	3,5	250	4,98	0,12	0,42	3,85	1,5183	5,8458	6,2658	14,013
6	1296	2,5	250	5,16	0,126	0,315	0,8	1,6301	1,3041	1,619	15,632
7	1512	3,5	315	5,52	0,128	0,448	2,93	1,8655	5,4660	5,9140	21,546323
8	1728	2,5	315	5,78	0,132	0,33	0,8	2,0454	1,636	1,9663	23,512
9	1944	3,5	355	6	0,136	0,476	2,98	2,2040	6,5681	7,0441	30,556
10	2160	2	355	6,12	0,137	0,274	1,21	2,2931	2,774	3,0486	33,605
11	2376	2,5	125	6,22	0,139	0,3475	3,046	2,3686	7,2149	7,5624	41,167
12	2592	3,5	200	6,24	0,142	0,497	2,6	2,3839	6,198	6,695	47,863
13	2808	2	200	6,62	0,144	0,288	2,21	2,6831	5,9297	6,2177	54,080
14	3024	39	400	6,38	0,148	5,772	4,756	2,4921	11,852	17,624	71,705

Продолжение таблицы 3.4.

ответвления											
1	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,456	1,1110	1,61772	1,6777	
2	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,996	1,1110	2,21771	2,2777	
3	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,856	1,1110	2,06215	2,1221	
4	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,846	1,1110	2,05104	2,1110	
5	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,846	1,1110	2,0510	2,1110	
6	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,836	1,1110	2,0399	2,0999	
7	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,836	1,1110	2,0399	2,0999	
8	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,831	1,1110	2,034	2,0943	
9	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,836	1,1110	2,03993	2,0999	
10	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,856	1,1110	2,06215	2,1221	
11	216	0,3	125	4,26	0,2	0,06	1,856	1,1110	2,06215	2,1221	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 71,70 \text{ кг/м}^2$.

Таблица 3.5 – Расчетная таблица сети воздухопроводов 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 _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 H _н , кг/м ²
					на 1м R	на всем участке R·l					
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 $H_n = 33,706 \text{ кг/м}^2$.

Таблица 3.6-Расчетная таблица сети воздуховодов В-1-2, 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 Н ₀ , кг/м ²	Потери давления на местные сопротивления Z, кг/м ²	Общие потери давления на участке R-1+Z, кг/м ²	Суммарные потери давления на участках от начала сети Н _п , кг/м ²
					на 1м R	на всем участке R-1					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	258	3,5	125	3,1	0,067	0,2345	3,046	0,5883	1,79217	2,0266	
2	516	2,5	200	3,85	0,083	0,2075	0,8	0,9075	0,726	0,9335	2,9595
3	774	3,5	200	4,42	0,096	0,336	2,6	1,1961	3,10988	3,4458	6,4053
4	1032	2,5	250	4,64	0,115	0,2875	1,04	1,3181	1,3708	1,6583	8,0637
5	1290	3,5	250	4,98	0,12	0,42	3,85	1,5183	5,84580	6,2658	14,329
6	1548	2,5	315	5,16	0,126	0,315	1,13	1,6301	1,8420	2,1570	16,4
7	1806	3,5	315	5,52	0,128	0,448	2,6	1,8655	4,85039	5,2983	21,784
8	2064	2,5	355	5,78	0,132	0,33	1,18	2,0454	2,4135	2,7435	24,52
9	2322	3,5	400	6	0,136	0,476	1,48	2,068	5,7306	6,2066	30,73
10	2580	2	125	6,12	0,137	0,274	1,21	2,293	2,7746	3,0486	33,783
11	2838	2,5	200	6,22	0,139	0,3475	3,046	2,3686	7,2149	7,5624	41,346
12	3096	3,5	250	6,24	0,142	0,497	2,6	2,3839	6,1982	6,6952	48,041
13	3354	2	250	6,62	0,144	0,288	2,21	2,6831	5,9297	6,2177	54,259
14	3612	2	280	6,38	0,148	0,296	3,236	2,4921	8,0644	8,3604	62,619
15	3870	39	400	6,42	0,152	5,928	4,756	2,5234	12,001	17,929	80,549
ответвления											
1'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,456	1,5675	2,2823	2,3543	
2'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,996	1,5676	3,1288	3,200	
3'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,856	1,5675	2,9094	2,981	
4'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,846	1,5675	2,8937	2,9657	
5'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,846	1,5675	2,8937	2,965	
6'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,836	1,5675	2,8780	2,950	
7'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,836	1,5675	2,8780	2,950	
8'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,831	1,5675	2,8702	2,942	
9'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,836	1,5675	2,8780	2,950	
10'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,856	1,5675	2,909	2,981	
11'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,856	1,5675	2,909	2,981	
12'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,858	1,5675	2,91254	2,984	
13'	258	0,3	125	5,06	0,24	0,072	1,862	1,5675	2,9188	2,990	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 80,55 \text{ кг/м}^2$.

Общее количество вытягиваемого воздуха помещений различного назначения цокольного, первого, второго этажа составляет $L = 12884 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для удаления данного количества воздуха необходимо установить на крыше помещения здания вентиляторы со следующими параметрами (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Вентиляторы, установленные в системах вентиляции

Наименование системы вентиляции	Мощность, кВт	Скорость вращения колеса, об/мин.	Марка вентилятора
В-1-П	0,85	1280	Ц9-57-В3-56
В-2-П	0,85	1280	Ц9-57-В3-56
В-3-П	0,85	1280	Ц9-57-В3-56
В-1-1	2,0	1370	Ц9-57В3-7а
В-2-1	0,29	2400	Ц9-57-В3-6а
В-1-2	2,0	1370	Ц9-57-В3-7а

Данные вентиляторы работают на вытяжку воздуха из помещений различного назначения трех этажей (цокольный, первый и второй этажи).

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]

$$L = n \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.7)$$

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

V_n – объем помещения, м^3 .

Помещения подвала:

$$L = 2,8 \cdot 1766 = 4946 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Помещения первого этажа:

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

Помещения второго этажа:

$$L = 2,8 \cdot 1384 = 3875 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.4.2.2 Принимается к установке воздухораспределитель типа 4АПР, площадью

$$F_o = 0,019, \text{ м}^2 \text{ [7]}.$$

3.4.2.3 Для выбора расчетной формулы определяется величина x [7]

$$x = m \cdot \sqrt{F_o}, \text{ м}, \quad (2.8)$$

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]

$$v_o = \frac{v_x \cdot x}{m \cdot \sqrt{F_o} \cdot K_b}, \text{ м/с}, \quad (2.9)$$

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

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]

$$L_o = 3,600 \cdot v_o \cdot F_o, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.10)$$

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

3.4.2.6 Количество воздухораспределителей

$$N = \frac{L_{\text{общ}}}{L_o}, \text{ шт} \quad (2.11)$$

$$\text{в помещениях подвала} \quad N = \frac{4946}{215} = 24, \text{ шт}$$

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

$$\text{в помещениях второго этажа} \quad N = \frac{3875}{215} = 14, \text{ шт}.$$

3.4.2.7 Аэродинамический расчет приточной системы вентиляции.

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

Таблица 3.8 – Расчетная таблица сети воздуховодов П-1-п, 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 коэффициентов местных сопротивлений	Скоростное давление Н 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 Н _п , кг/м ²
					на 1м R.	на всем участке R·l					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
магистраль											
1	420	3,4	150	2,1	0,067	0,2278	1,1	0,27	0,297	0,5248	
2	840	2,5	250	2,6	0,044	0,11	0,156	0,4138	0,06456	0,1745	0,69936
3	1260	2,5	250	3,15	0,089	0,2225	0,01	0,6075	0,006075	0,2285	0,9279
4	1680	2,5	400	3,38	0,102	0,255	0,156	0,6994	0,10911	0,3641	1,29205
5	2100	2,5	400	3,56	0,113	0,2825	0,01	0,7759	0,00775	0,2902	1,582312
6	2520	2,5	500	5,21	0,125	0,3125	0,156	1,6618	0,25925	0,5717	2,154078
7	2940	2,5	500	6,1	0,185	0,4625	0,01	2,2781	0,02278	0,4852	2,63931
8	3360	2,5	500	6,85	0,211	0,5275	0,01	2,8728	0,02872	0,5562	3,195577
9	3780	2,5	500	6,9	0,213	0,5325	1,1	0,0291	0,03206	0,5645	3,76014
10	4200	2,5	500	7,2	0,215	0,5375	0,01	0,0317	0,000317	0,5378	4,29795
11	4620	2,5	500	7,4	0,22	0,55	0,01	0,0337	0,00033	0,5503	4,84829
12	5040	12,5	500	7,5	0,24	3	0,01	0,0345	0,00034	3,000	7,8486
ответвления											
1	220	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
2	240	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
3	310	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
4	310	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
5	360	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
6	380	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
7	400	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
8	420	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
9	420	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
10	420	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
11	420	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	
12	420	0,1	200	2,3	0,025	0,0025	0,856	0,1408	0,12053	0,123	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 7,84 \text{ кг/м}^2$.

Таблица 3.9 – Расчетная таблица сети воздухопроводов 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 _п , кг/м ²
					на 1м R.	на всем участке R·l					
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 $H_n = 76,49$ кг/м².

Таблица 3.10 – Расчетная таблица сети воздухопроводов П-1-2, 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 _п , кг/м ²
					на 1м R.	на всем участке R·l					
магистраль											
1	310	3,65	140	2,1	0,067	0,244	1,246	0,27	0,33642	0,5809	
2	620	3,65	180	2,6	0,044	0,160	3,2	0,4138	1,32440	1,4850	2,0292
3	1240	3,65	280	3,15	0,089	0,324	3,2	0,6075	1,944	2,268	4,3180
4	1550	3,65	315	3,38	0,102	0,3723	3,2	0,6994	2,2382	2,610	6,928
5	1860	3,65	315	3,56	0,113	0,412	1,8	0,7759	1,3966	1,8091	8,7377
6	2170	3,65	315	5,21	0,125	0,456	3,4	1,6618	5,6504	6,1066	14,844
7	2480	3,65	355	6,8	0,21	0,7665	5,6	2,8310	15,853	16,620	31,464
8	3720	3,65	600	7,2	0,25	0,9125	13,2	3,1738	41,895	42,807	74,272
9	310	3,65	140	2,8	0,12	0,438	4,5	0,48	2,16	2,598	76,870
10	620	3,65	180	3,2	0,15	0,5475	3,6	0,6269	2,2569	2,8044	79,674
11	930	3,65	225	3,5	0,18	0,657	1,8	0,75	1,35	2,007	81,681
12	1240	3,65	280	4,8	0,21	0,7665	3,2	1,4106	4,5139	5,2804	86,962

Продолжение таблицы 3.10

ответвления											
1	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,106	0,1408	0,1557	0,1682	
2	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,646	0,1408	0,2317	0,2442	
3	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
4	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
5	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,451	0,1408	0,2043	0,2168	
6	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
7	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
8	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
9	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
10	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	
11	310	0,5	140	2,3	0,025	0,0125	1,456	0,1408	0,2050	0,2175	

Суммарные потери давления по магистрали составили $H_n = 86,96 \text{ кг/м}^2$.

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 $t_n = -40^\circ\text{C}$ до температуры $t_k = 15^\circ\text{C}$ на выходе из нее.

Определяется необходимая теплоотдача установок

$$Q = c_v \cdot L_n \cdot (t_k - t_n), \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

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

$t_n = -40^\circ\text{C}$ – наружная температура воздуха [7];

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

$$Q_{\text{П-1-п}} = 1 \cdot \frac{5000}{3600} \cdot (15 + 40) = 76,4, \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{П-1-1}} = 1 \cdot \frac{3000}{3600} \cdot (15 + 40) = 45,8, \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{П-1-2}} = 1 \cdot \frac{3900}{3600} \cdot (15 + 40) = 59,6, \text{ кВт}.$$

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 $L = 5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (цокольного этажа), $L = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (первого этажа), $L = 3900 \text{ м}^3/\text{ч}$ (второго этажа), выбираются и устанавливаются приточные установки П1 (Стандарт-100), П2 (Стандарт-150), П3 (Стандарт-150), со следующими параметрами:

П-1-п (Стандарт-250):

производительность	5500,м ² /час;
потребляемая мощность	2,5,кВт;
синхронная частота вращения вала	1250об/мин;
мощность калорифера	75,кВт;
фильтрующий элемент, класс очистки	EU3.

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.

П-1-2 (Стандарт-170):

производительность	4000,м ³ /час;
потребляемая мощность	1,7,кВт;
синхронная частота вращения вала	1200,об/мин;
мощность калорифера	70,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°С. 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 Томск $t_{н.о} = -40^{\circ}C$ [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

$$\Delta p_{\text{вх}} = g \cdot (H_{\text{зд}} - 0,5h_{\text{дв}}) \cdot (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}), \text{ Па}, \quad (2.16)$$

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

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

$\rho_{\text{н}}$ – плотность наружного воздуха, кг/м³;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м³.

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

3.6.2 Удельный поток холодного воздуха

$$j_{\text{ex}} = \mu_{\text{ex}} \cdot (2 \cdot \rho_n \cdot \Delta p_{\text{ex}})^{0,5} \cdot \frac{\text{кг}}{(\text{с} \cdot \text{м}^2)}, \quad (2.17)$$

где $\mu_{\text{вх}}$ – коэффициент расхода воздуха, принимаемый по табл.4.8 [4], для двойных дверей с тамбуром, равным 1,2;

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

3.6.3 Количество холодного воздуха, поступающего в здание

$$G_{\text{ex}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot j_{\text{ex}} \cdot F_{\text{дв}} \cdot \tau_3 \cdot N, \text{ кг/с}, \quad (2.18)$$

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.

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

3.6.4 Теплотраты на нагревание холодного воздуха

$$Q_{\text{ex}} = G_{\text{ex}} \cdot c \cdot (t_6 - t_n), \text{ Вт}, \quad (2.19)$$

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

$$Q_{\text{ex}} = 1,3 \cdot 1005 \cdot (15 + 40) = 71857,5, \text{ Вт}.$$

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

$$G_3 = \frac{Q_{\text{ex}}}{c \cdot (t_r - t_6)}, \text{ кг/с} \quad (2.20)$$

$$G_3 = \frac{71857}{1005 \cdot (50 - 15)} = 1,78, \text{ кг/с}.$$

3.6.6 Объем подаваемого воздуха

$$L_3 = 3600 \cdot \frac{G_3}{\rho}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.21)$$

$$L_3 = 3600 \cdot \frac{1,78}{1,098} = 5836, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3.6.7 Тепловая мощность калорифера

$$Q_3 = G_3 \cdot c \cdot (t_2 - t_n), \text{ Вт} \quad (2.22)$$

$$Q_3 = \frac{1,78 \cdot 1000}{3600} \cdot 1005 \cdot (50 - (-40)) = 44722,5, \text{ Вт.}$$

По объему подаваемого воздуха $L_3 = 5836 \text{ м}^3/\text{ч}$ и тепловой мощности калорифера $Q_3 = 44722,5 \text{ Вт}$, подбирается воздушно – тепловая завеса с электрическим источником тепла типа КЭВ-24П304Е в количестве двух штук с параметрами:

производительность по воздуху	3200 м ³ /ч;
тепловая мощность	24 кВт;
теплоноситель	электричество;
длина воздуховода завесы	3,5м;
скорость струи на выходе	10,5м/с;
габаритные размеры	270×310×1962, мм;
вес	48,кг.

Завесы серии 300Е используются в офисных, торговых, складских помещениях, а также в зданиях культурно – бытового назначения с высотой проема от 2 до 3,5м.

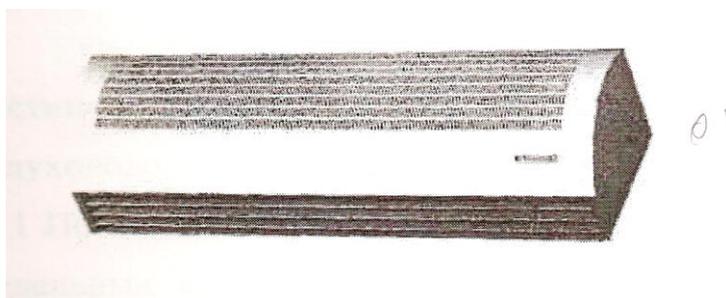


Рисунок.1 Завеса с электрическим источником тепла.

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 противобрызговой 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 допускаемый 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.

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

3.7.2 Фактический уровень шума в расчетной точке по формуле

$$L = L_{\text{ист}} + 10 \lg \left(\frac{\Phi}{4\pi x_n^2} + 4\Phi / B \right), \text{ дБ}, \quad (2.23)$$

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

$x_{\text{п}}$ – расстояние от источника шума до рабочей зоны, м;

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

$$L_{\text{вотк}} = L_{\text{р.общ}} - \Delta L_1 + \Delta L_2, \text{ дБ}, \quad (2.24)$$

$L_{\text{р.общ}}$ – 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];

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

$$L_{\text{р.общ}} = \tau + 10 \lg Q + 25 \lg H + \delta, \text{ дБ}, \quad (2.25)$$

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

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

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

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

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

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

3.7.3 Требуемое снижение уровня звука

$$\Delta L_p^{mp} = L_p - L_{\text{дон}} - \sum_{i=1}^n L_{\text{эл.сети}} + B + 10 \lg m, \text{ дБ} \quad (2.26)$$

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

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

3.7.4 Ориентировочное сечение шумоглушителя

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

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

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

Внешние размеры 1300×1200мм, длина 2м.

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

$g = 5,79$ м/с.

$$\Delta P_{\text{ш}} = \left(\xi_{\text{ш}} + \lambda_{\text{мп}} \cdot \frac{l}{D_{\text{ш}}} \right) \cdot \frac{\rho \cdot g_{\text{ш}}^2}{2}$$

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

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

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

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

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

4. Автоматизированный тепловой пункт жилого комплекса

4.1 Описание технологического оборудования

Центральный тепловой пункт предназначен для отопления и централизованного горячего водоснабжения зданий различного назначения по последовательной или смешанной схеме включения ступеней подогревателей и зависимой или независимой схеме присоединения отопления. В тепловых пунктах размещаются подогреватели (секционные, многоходовые, блочного типа, пластинчатые), тепловые и водомерные узлы, циркуляционные, хозяйственные противопожарные и отопительные насосы, приборы КИПиА и запорно-регулирующая арматура.

В индивидуальном тепловом пункте проектируемого района теплоснабжения, рассматриваемом в выпускной квалификационной работе, установлены пластинчатые водоводяные нагреватели горячего водоснабжения, работающие по двухступенчатой смешанной схеме.

На входе в тепловой пункт на подающем и обратном трубопроводе установлены приборы учета тепловой энергии. Параметры сетевой воды составляют: температура сетевой воды $t_{с.в.} = 47,7 \dots 150$ °С, давление сетевой воды $P_{с.в.} = 0,32 \dots 0,46$ МПа, расход сетевой воды $F_{с.в.} = 14,7$ т/ч.

В перечень основных задач, которые должна решать система автоматизации теплового пункта входит:

- 1) учет расхода теплоносителя в соответствии с «Правилами учета отпуска тепловой энергии»;
- 2) регулирование температуры горячей воды на выходе из теплообменников методом регулирования расхода сетевой воды, идущей на теплообменник.

Для разработки системы автоматизации теплового пункта необходимо:

- определить структуру системы (выбрать оптимальную схему АКР объекта);
- разработать функциональную схему контроля и автоматического регулирования объекта;
- выбрать технические средства измерения и аппаратуру;
- составить заказную спецификацию на средства контроля и регулирования.

4.2 Постановка задачи автоматического контроля и регулирования объекта

В тепловых пунктах предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которых выполняется задача автоматического контроля и регулирования объекта, а именно:

- преобразование вида теплоносителя или его параметров;
- контроль параметров теплоносителя;
- учет тепловых потоков, расходов теплоносителя и конденсата;
- регулирование расхода теплоносителя и распределение по системам потребления теплоты (через распределительные сети в ЦТП или непосредственно в системы ИТП);
- защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- заполнение и подпитка систем потребления теплоты;
- сбор, охлаждение, возврат конденсата и контроль его качества;
- аккумулирование теплоты;
- водоподготовка для систем горячего водоснабжения.

4.3 Разработка структурной схемы системы автоматизации теплового пункта

При разработке структурной схемы необходимо учитывать параметры как объекта контроля и регулирования, так и технических средств.

Цель автоматического учета тепловой энергии заключается в сборе и обработке данных о температуре, давлении и расходе (t , P , F), необходимых для вычисления расхода тепловой энергии.

Структурная схема учета тепловой энергии теплового пункта представлена на ФЮРА 140104.007.С1

Принцип работы схемы состоит в следующем. Необходимые для вычислений температура (t), давление (P) и расход (F) в подающей (ОК1) и обратной (ОК2) магистрали оцениваются измерительными преобразователями (ДТ1, ДР1, ДФ1, ДТ2, ДР2, ДФ2). Значение с измерительных преобразователей поступает в промежуточные нормирующие преобразователи (ПТ1, ПР1, ПФ1, ПТ2, ПР2, ПФ2). Далее с промежуточных преобразователей значения поступают на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для преобразования унифицированных значений сигналов в цифровые. Цифровые сигналы поступают на тепловычислитель (ТВ), а с тепловычислителя сигналы поступают на ЭВМ, где осуществляется обработка, хранение, вычисление и вывод информации на дисплей.

Структурная схема АКР температуры горячей воды в системе ГВС представлена на ФЮРА140104.007.С1. Цель автоматической системы регулирования температуры воды в системе ГВС состоит в поддержании значения температуры горячей воды ($t_{г.в.}$) на выходе из теплообменника в заданных задатчиком (ЗД) значениях при помощи изменения расхода сетевой воды, идущей на теплообменник, положением регулирующего органа (РО). Работает схема следующим образом. Регулируемая величина ($t_{г.в.}$) оценивается измерительным преобразователем температуры (ДТ). Значение с измерительного преобразователя температуры (ДТ) поступает на нормирующий преобразователь (НП). Значение с нормирующего преобразователя (НП) подается на регулирующее устройство (РУ), в котором сравнивается со значением, полученным от задатчика (ЗД). Если регулируемая величина ($t_{г.в.}$) равна заданному значению, то АСР находится в состоянии равновесия. При отклонении регулируемой величины ($t_{г.в.}$) от заданного значения равновесие нарушается, регулирующее устройство (РУ) приходит в действие, возникает процесс регулирования. Регулирующее устройство (РУ) подает выработанное управляющее воздействие на устройство ручного управления (РУ), которое осуществляет ручное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно. Пусковой механизм (ПМ) осуществляет пуск, реверс и остановку исполнительного механизма (ИМ). На выходе исполнительного механизма (ИМ) вырабатывается регулирующее воздействие, передаваемое через регулирующий орган (РО) на вход объекта. Регулирующее воздействие направлено на уменьшение рассогласования между действительным и заданным значениями регулируемой величины.

4.4 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема АСР теплового пункта представлена на ФЮРА 140104.007.С2.

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологических процессов были решены следующие задачи:

- составлен перечень контролируемых параметров технологического процесса и технологического оборудования;

- на технологической схеме объекта автоматизации определены местоположения точек отбора измерительной информации;

- решены вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах.

Функциональная схема выполнена с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85. Линии связи между датчиками, установленными на технологическом оборудовании, и приборами, установленными по месту, на щите и на пульте, выполнены с разрывами. Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровые обозначения.

При разработке системы автоматизации теплового пункта предпочтения отдавались техническим средствам автоматизации, серийно выпускаемым отечественными предприятиями. В частности, унифицированным системам и однотипным техническим средствам, обеспечивающим взаимозаменяемость, простоту сочетания друг с другом и удобство компоновки на щитах.

Перечень контролируемых параметров технологического процесса приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень контролируемых параметров технологического процесса

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Температура на подающей магистрали тепловой сети	150 °С
2	Температура на обратной магистрали тепловой сети	65 °С
3	Температура горячей воды на выходе из теплообменника	55 °С
4	Давление на подающей магистрали тепловой сети	0,46 МПа
5	Давление на обратной магистрали тепловой сети	0,32 МПа
6	Расход на подающей магистрали тепловой сети	14,7 т/ч
7	Расход на обратной магистрали тепловой сети	14,7 т/ч

Отбор измерительной информации (температуры, давления, расхода) для учета тепловой энергии производим на подающей и обратной магистрали после входных задвижек.

Для регулирования температуры горячей воды системы горячего водоснабжения отбор измерительной информации (температуры) осуществляем на выходе из теплообменника.

Размещение технических средств зависит от выполняемых ими функций и удобства их обслуживания.

Таким образом, датчики температуры, расходомеры и регулирующий орган с исполнительным механизмом размещаем на трубопроводах, датчики давления по месту, а все остальные технические средства на щитах.

4.5 Выбор технических средств измерений и аппаратуры

На отечественном рынке представлен большой спектр тепловычислителей отечественных и зарубежных производителей. Наиболее популярными среди отечественных моделей теплосчетчиков являются: СПТ-941, -941К, -942К, -943, -961, -961М, -961К, -9943 (ЗАО НПФ «Логика», г. Санкт-Петербург), ТЭМ-104, -05М, -05М-3, -05М-1, -106 (ООО НПФ «ТЭМ-прибор», г. Москва), ВЗЛЕТ ТСР-М (ЗАО «Взлет», г. Санкт-Петербург), Метран-421, -400, -410 (ПГ «Метран» г. Челябинск) и др.

В выпускной квалификационной работе выбран доступный и состоящий из отечественных комплектующих тепловычислитель ВЗЛЕТ ТСР-М (ЗАО «Взлет», г. Санкт-Петербург), с преобразователем расхода УРСВ «Взлет МР» (У) ультразвуковой, предназначенный для открытых и закрытых систем теплоснабжения.

Интегрированные функциональные возможности тепловычислителя обеспечивают комплексное решение широкого круга задач:

- 1) коммерческий учет потребления тепловой энергии и массы воды, перегретого и насыщенного пара;
- 2) контроль режимов теплопотребления;
- 3) организация систем диспетчеризации и контроля потребления тепловой энергии и теплоносителя.

Входными унифицированными сигналами для тепловычислителя являются:

- 1) температура в подающем и обратном трубопроводе;
- 2) давление в подающем и обратном трубопроводе;
- 3) расход в подающем и обратном трубопроводе.

В системах измерения температуры в качестве первичных преобразователей применяются термоэлектрические преобразователи (ТЭП) и термопреобразователи сопротивления (ТПС). Промышленность выпускает термопреобразователи

сопротивления типа ТСП (платиновый) с номинальными статическими характеристиками (НСХ) 1П, 10П, 50П, 100П, 500П и медные типа ТСМ – с НСХ 10М, 50М и 100М.

Основной частью ТПС является чувствительный элемент, действие которого основано на использовании зависимости электрического сопротивления от температуры. Чувствительные элементы термопреобразователей сопротивления изготавливаются из платины или меди и позволяют измерять температуру в пределах от -260 до +1100 °С.

ТПС выпускаются с классами допуска А, В и С. Под классом допуска понимается обобщенная характеристика термопреобразователя, определяющая допускаемые отклонения сопротивления R_0 при температуре 0 °С.

Учитывая, что при измерении температуры конец ТПС должен находиться на 10÷20 мм ниже оси трубопровода, монтажную длину рассчитываем как сумму половины диаметра трубопровода плюс 20 мм. Диаметр трубопровода, где установлен датчик – 100 мм. По рассчитанному значению выбираем из стандартного ряда монтажную длину термопары 80 мм.

В данном проекте выбраны термопреобразователи сопротивления ТМТ -1-5 производства ЗАО «Термико», г.Москва.

В качестве первичных измерительных преобразователей давления широко используют преобразователи типов МЭД с дифференциально-трансформаторной системой передачи, МПЭ с компенсацией магнитных потоков, Сапфир-22ДИ и другие с унифицированным выходным токовым сигналом 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА.

В данном проекте выбраны преобразователи избыточного давления типа ОТ-1, работающие в диапазоне изменяемых давлений $P = 0...6$ бар, с пределом допускаемой основной погрешности 0.5% и выходным сигналом 4...20 мА. Выбраны преобразователи избыточного давления типа ОТ-1 (4...20 мА) производителя ЗАО «Вика Мера», г. Москва.

Для преобразователей давления по таблице выбран блок питания с линейной характеристикой, одним каналом, с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА БП04 производства НПО «ОВЕН», г.Москва.

Регулирующее устройство выбрано из блоков комплекса АКЕСР, широко распространенных в системах автоматизации на объектах теплоэнергетики России. Устройство регулирующее РП4-М1 предназначено для формирования динамических свойств П, ПИ, а с внешним дифференциатором ПИД- законов регулирования автоматических регуляторов, содержащих электрические исполнительные механизмы (ИМ) постоянной скорости. Различают два вида блоков РП4-М1:

1) устройство регулирующее РП4-У-М1 с 4-мя входными унифицированными сигналами постоянного тока (0...5, или 0...20, или 4...20) мА и 1-им от ручного задатчика РЗД-12 (РЗД-22), с дискретным выходом (0...24В), 0,3 А постоянного тока, напряжением постоянного тока (0...10В);

2) устройство регулирующее РП4-Т-М1 с 2-мя входными сигналами для подключения ТПС (НСХ 50П, 50М, 100П, 100М), или 1-им входным сигналом для подключения ТЭП (НСХ ПП (S), ХК (L), ХА (K)), с 1-им входным унифицированным сигналом постоянного тока (0...5 мА), 1 от ручного задатчика РЗД-12 (РЗД-22). Дискретный выход (0...24В), 0,3 А постоянного тока, напряжение постоянного тока (0...10В).

В данном проекте выбран блок РП4-Т-М1, так как он имеет вход для подключения термопреобразователя сопротивления без применения промежуточных преобразователей.

Как говорилось ранее, в качестве блока ручного задатчика, могут фигурировать два вида:

1) блок РЗД-12 с ручной установкой сигналов задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения, выходным сигналом - плавное изменение коэффициента деления потенциометра с сопротивлением 10 или 2,2 кОм.

2) блок РЗД-22 с ручной установкой сигналов задания для стабилизирующих регуляторов и регуляторов соотношения, преобразованием одного вида унифицированного сигнала постоянного тока или напряжения в другой, входным сигналом: 0...5, 0...20, 4...20 мА; 0...10 В, выходным сигналом: 0...5, 0...20, 4...20 мА; 0...10 В.

В данном проекте выбран РЗД-12, как наиболее простой и способный решить поставленную задачу.

В качестве блока ручного управления могут фигурировать 3 устройства, рассмотрим два из них:

1) блок БРУ-22 с ручным или дистанционным переключением цепей управления на два положения; световой сигнализацией положения цепей; управлением ИМ;

2) блок БРУ-42 с ручным или дистанционным переключением с автоматического режима управления на ручной и обратно; кнопочным управлением интегрирующими исполнительными устройствами; световой индикацией режимов управления, выходного сигнала регулирующего устройства с

импульсным выходным сигналом; определением положения регулирующего органа по сигналу от электрического ИМ, с входными сигналами стрелочного индикатора унифицированные токовые 0...5 мА, 4...20 мА, напряжением 0...10 В.

В данном проекте выбран БРУ-42, в связи с инерционностью объекта регулирования и необходимостью работы регулирующего органа в импульсном режиме.

В качестве пускателя могут фигурировать 4 устройства, рассмотрим два из них:

1) ПБР-2М с бесконтактным управлением электрическими ИМ и приводами, пуском, реверсом однофазных конденсаторных электродвигателей мощностью до 1 кВт;

2) ПБР-2М2А с бесконтактным управлением электрическими ИМ и приводами, пуском, реверсом трехфазных синхронных и асинхронных электродвигателей мощностью до 1 кВт.

В данном проекте выбран блок ПБР-2М, в связи с применением однофазного конденсаторного электродвигателя.

Выбор исполнительного механизма зависит от типа регулирующего органа. В качестве регулирующего органа в системе горячего водоснабжения принято устанавливать односедельные регулирующие клапана. По таблице ПЗ.53[11] находим тип исполнительного механизма МЭПК.

Для дальнейшего выбора необходимо рассчитать значение максимального усилия на штоке по следующей формуле.

$$F_{\max} = 17 * D_y - 485,$$

$$F_{\max} = 17 * 50 - 485 = 365 \text{ Н}.$$

В данном проекте выбран исполнительный механизм типа МЭПК-730/63-40Р-00 с номинальным усилием на выходном штоке 730 Н, номинальным значением времени полного хода штока 63 с, с номинальным значением полного хода штока 40 мм, в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного штока.

Вывод

Таким образом, разработанная система автоматизации теплового пункта отвечает предъявляемым к ней требованиям, т.е. является работоспособной, надежной, перспективной и реализована с помощью современных технических средств автоматизации. Результаты, полученные в ходе выполнения работы, позволяют рекомендовать данную систему автоматизации для проведения внедрения на реальном объекте.

5. Социальная ответственность

5.1 Введение

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

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

Цель и содержание БЖД:

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

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.

5.2 Характеристика условий труда работников офисов в данном здании

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

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

5.3 Требования к производственным помещениям

5.3.1 Окраска и коэффициенты отражения

Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения. Источники света, такие как светильники и окна, которые дают отражения от поверхности экрана, значительно ухудшают точность знаков и влекут за собой помехи физиологического характера, которые могут выразиться в значительном напряжении, особенно при продолжительной работе. Отражение, включая отражения от вторичных источников света, должны быть сведено к минимуму. Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены шторы и экраны [17].

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

окна ориентированы на юг:

- стены зеленовато – голубого или светло – голубого цвета;
- пол – зеленый;

окна ориентированы на север:

- стены светло – оранжевого или оранжево – желтого цвета;
- пол – красновато – оранжевый;

окна ориентированы на восток:

- стены желто – зеленого цвета;

- пол зеленый или красновато – оранжевый;
- окна ориентированы на запад:
- стены желто – зеленого или голубовато – зеленого цвета;
- пол зеленый или красновато – оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения:

- для потолка – 60...70%;
- для стен – 40...50%;
- для пола – около 30%.

Для других поверхностей и рабочей мебели: 30...40%.

5.3.2 Освещение

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

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

Существует три вида освещения – естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе) [18].

Согласно [20] в помещении вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения. При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различия 0,3...0,5 мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различия 0,5...1,0мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно [17].

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

5.3.3 Параметры микроклимата

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

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах [21] установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. таблицу 5.1) [19].

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше $20\text{м}^3/\text{человека}$ с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.1 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры.

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

Таблица 5.2 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

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

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

5.4 Электромагнитное и ионизирующее излучение

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих компьютерах не существует и исследования в этом направлении продолжаются [19].

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в таблице 5.4.

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

Таблица 5.4 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений [20].

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

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

5.5 Режим труда

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках [19]. В таблице 5.5 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ПЭВМ[20].

Таблица 5.5 – Время регламентированных перерывов при работе на компьютере

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

Эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой или организации специального помещения для отдыха персонала с удобной мягкой мебелью, аквариумом, зеленой зоной и т.п.

5.6 Расчет освещенности

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения. Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ [18]:

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

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

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

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{3 \cdot n}, \text{ лм}, \quad (5.1)$$

где F – рассчитываемый световой поток, лм;

E – нормированная минимальная освещенность, лк (определяется по таблице).

Работу проектировщика, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет $E = 300$ лм;

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

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

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

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

Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{3 \cdot 5}{2,12(3 + 5)} = 0,88, \quad (5.2)$$

где h – расчетная высота подвеса, $h = 2,12\text{м}$;

A – ширина помещения, $A = 3\text{м}$;

B – длина помещения, $B = 5\text{м}$.

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

Подставим все значения в формулу для определения светового потока F светильника:

$$F = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,45 \cdot 2} = 2900, \text{ лм.}$$

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

Т.к. необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%):

$$0,9 \cdot F_{cm} \leq F_l \leq 1,2 \cdot F_{cm}$$

$2880 \leq 2900 \leq 3840$, то принимаем, что каждый светильник комплектуется двумя лампами.

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД.

5.7 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Согласно правилам устройства электрических установок в отношении опасности поражения электрическим током, помещения подразделяются на три категории:

1. Помещения с повышенной опасностью поражения током;
2. Особо опасные помещения;
3. Без повышенной опасности.

Помещения данного жилого комплекса относятся к помещениям без повышенной опасности поражения человека электрическим током. Для безопасности рабочего персонала предусмотрены следующие мероприятия:

- Вывешивание предупредительных плакатов (например, «Высокое напряжение»);
- Проверка отсутствия напряжения;
- Ограждение мест работ.

К электрозащитным средствам данного комплекса относятся: заземление, зануление, защитное отключение, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности, указатели напряжения.

5.8 Взрывопожарная и пожарная безопасность

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с НПБ 105-2003.

Здание относится к В4 категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

Внутри здания предусмотрена система автоматического пожаротушения и дымоудаления. Наружное пожаротушение осуществляется от двух проектируемых гидрантов. Для ликвидации небольших пожаров и загораний в здании предусмотрены передвижные и ручные огнетушители следующих марок:

- ОУ-2А, ОУ-5 (ручные углекислотные огнетушители);
- ОУ-25 (передвижной углекислотный огнетушитель).

5.9 Выводы по безопасности

В данном разделе дипломной работы были изложены требования к рабочему месту инженера – проектировщика. Созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. На основании изученной литературы по данной проблеме был проведен выбор системы и расчет оптимального освещения производственного помещения, а также расчет уровня шума на рабочем месте. Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочего места инженера – проектировщика, позволит сохранить хорошую работоспособность в течении всего рабочего дня, повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда проектировщика.

5.10 Воздействие на окружающую среду

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 наносятся 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.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

6.1 Расчет затрат на проектирование систем отопления и вентиляции жилого комплекса.

6.1.1 Введение

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.

6.1.2 Расчет затрат на проектирование.

Затраты на проектирование подразделяются на капитальные (единовременные) и текущие.

Капитальные затраты включают:

- стоимость лабораторного оборудования, приборов;
- стоимость зданий и сооружений, необходимых для проведения исследований и проектных работ.

Состав текущих затрат:

- заработная плата;
- начисление на заработную плату;
- командировочные расходы;
- затраты на проектирование и конструирование изделий;
- затраты на разработку технологии;
- затраты на изготовление и испытания опытных образцов.

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой должны быть использованы действующие рыночные цены, а также данные производственных и научно – исследовательских подразделений

(процент косвенных расходов, процент транспортно – заготовительных расходов, ставки заработной платы, номенклатура статей калькуляции).

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

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

В элементе «Материальные затраты» отражается стоимость приобретенных со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. В нашем случае материальными затратами являются канцелярские товары и бумага различных форматов для печати пояснительных записок, схем, чертежей и др. документации.

При проектировании данного жилого комплекса были использованы следующие материалы, приведенные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Расходы на этапе проектирования на материальные затраты

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.
Листы формата А4, 1 лист – 0,4 руб.	3000	1200
Листы формата А3, 1 лист – 1,2 руб.	600	720
Рулонная бумага, 1рулон (20метров)-200 руб.	10	2000
Итого		3920

В состав затрат на оплату труда включаются:

выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;

- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам);
- стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты работникам;

- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков (компенсация за неиспользованный отпуск).

Расходы на заработную плату приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расходы на этапе проектирования на заработную плату

Этап	Содержание выполняемых работ	Исполнитель	Трудоемкость этапа, час.	Часовая ставка, руб.	Стоимость, руб.
1	Подготовка исходных данных для разработки проекта	Старший инженер	20	160	3200
2	Разработка технического задания	Старший инженер	40	160	6400
3	Основные градостроительные решения, архитектурно - планировочные решения, композиционное обоснование, объемно - планировочные и конструктивные решения, решения по благоустройству	Инженер, 2 чел.	100	148	29600
4	Основные технологические решения	Инженер	100	148	14800
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, 4 чел.	400	148	236800
6	Противопожарные мероприятия	Инженер, 2 чел.	100	136	17200
7	Охрана окружающей среды	Инженер	100	148	14800
8	Инженерно – технические мероприятия гражданской обороны	Инженер	40	160	6400
	Итого, руб.				329200
	Дополнительная заработная плата за отпуск, 10% от затрат на заработную плату, руб.				32920
	Доплата за условия работы, 30% от затрат на заработную плату, руб.				98760
					460880

В элементе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «затраты на оплату труда» (34% с 2011г)

$$O_{соц} = 0,34 \cdot Z_{з.п.} \quad (6.1)$$

$$O_{соц} = 0,34 \cdot 329200 = 111928, \text{ руб.}$$

В элементе «Амортизация основных фондов» отражается сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, исчисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. При отсутствии утвержденной нормы амортизации, ее можно принять равной величине, обратной сроку службы.

К основным фондам относятся здания, сооружения, транспортные средства, оборудование, вычислительная, копировальная и др. техника, компьютеры.

Сумма основных фондов проектной организации составляет 26,3 млн. руб.

Срок службы основных фондов составляет 15 – 20 лет, следовательно, норма амортизации составляет

$$H_A = \frac{1}{T_{сл}} = \frac{1}{15} = 0,067, \text{ 1/год} \quad (6.2)$$

$$A = 26,3 \cdot 0,067 = 1,75 \text{ млн.руб./год} \quad (6.3)$$

Т.к. за год выполняется примерно 10 подобных проектов, следовательно,

$$A = \frac{1,75}{10} = 0,175 \text{ млн.руб./год за проект.}$$

Нематериальные активы могут быть внесены учредителями (собственниками) предприятия в счет вкладов в уставной фонд предприятия, а также приобретены предприятием в процессе его деятельности. Износ (амортизация) нематериальных активов относится на себестоимость продукции (работ, услуг) ежемесячно по нормам, рассчитанным предприятием исходя из первоначальной стоимости и срока их полезного использования (но не более срока деятельности предприятия). По нематериальным активам, по которым невозможно определить срок использования, нормы износа устанавливаются в расчете на десять лет (но не более срока деятельности предприятия).

$$H_{МА} = 9,6 \text{ млн.руб.}$$

$$A_{HMA} = 9,6 \cdot 0,1 = 0,96 \text{ млн.руб.} \quad (6.4)$$

К элементу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ; вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения; затраты на командировки; плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану; за подготовку кадров; оплата услуг связи, вычислительных центров, банков; плата за аренду; представительские расходы; затраты на ремонт.

Смета затрат приводится в виде таблицы с подробной расшифровкой всех элементов затрат (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Смета затрат

Элементы текущих затрат	Сумма текущих затрат, тыс.руб.
1. Материальные затраты	3,92
2. Затраты на оплату труда	460,880
3. Отчисления на социальные нужды	111,928
4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов	1135
5. Прочие затраты	565
Итого себестоимость проекта	2276,73

6.2 Определение прибыли и договорной цены проекта отопления и вентиляции жилого комплекса.

Договорная цена должна обеспечить получение прибыли, достаточной для отчисления средств в виде налогов и фиксированных платежей в специальные фонды и бюджеты разного уровня в соответствии с утвержденными экономическими нормами.

Величина договорной цены должна устанавливаться с учетом эффективности, качества и сроков исполнения разработки на уровне, отвечающем экономическим интересам заказчика (потребителя) и исполнителя. Договорная цена C_d , может быть рассчитана по следующей формуле:

$$C_d = C_{пл} \cdot K_{пр}^н \cdot K_{рын}, \text{ тыс.руб.} \quad (6.5)$$

где $C_{пл}$ - плановая себестоимости разработки, тыс. руб.;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий нормативную рентабельность предприятия – разработчика (по данным предприятия равен 1,5);

$K_{рын.}$ - коэффициент, учитывающий научно – технический уровень разработки и рыночные условия ее реализации, $K_{рын.} = 1,5$.

$$C_d = 2276,73 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 3255,72, \text{ тыс.руб.}$$

Рассчитав себестоимость и договорную цену, можно рассчитать прибыль:

$$Pr = C_d - C, \text{ тыс.руб.} \quad (6.6)$$

$$Pr = C_d - C = 3255,72 - 2276,73 = 978,99, \text{ тыс.руб.}$$

В данной части ВКР была рассчитана стоимость данного проекта отопления и вентиляции, а также рассчитана чистая прибыль.

6.3 Техничко – экономический расчет системы отопления

При подборе той или иной системы, имея ввиду эту цель, 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.

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1}, \text{ лет} \quad (6.7)$$

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 прибыли от реализации проекта, для нахождения более эффективного варианта используют метод приведенных затрат по формуле

$$Z_{np} = K \cdot E_n + I, \text{руб./год}, \quad (6.8)$$

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_{np} , 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.

6.3.1 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

$$K = K_{o.c} + K_{мон} + K_{o.всп} + K_{стр}, \text{руб.} \quad (6.9)$$

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 6.4.

Таблица 6.4 – Смета наличных капитальных затрат

№ п.п.	Элемент текущих затрат	обозначение	Суммы текущих затрат, тыс. руб.	
			Водяное отопление 1	Водяное отопление 2
1	Стоимость основного оборудования			
1.1	Водяная система отопления - радиатор Sialko (6020секций): одна секция 255руб. - труба стальная	$K_{О.С}$	1535,1 980,1	- -
1.2	Водяная система отопления - радиатор Global Style 350 (4800 секции): одна секция 385 руб. - труба стальная	$K_{О.С}$	- -	1848,0 980,1
2	Затраты на доставку и монтаж оборудования.	$K_{МОН}$	503,04	565,62
3	Затраты на вспомогательное оборудование.	$K_{О.ВСП}$	1006,08	1131,24
4	Затраты на общестроительную часть.	$K_{СТР}$	2892,48	3393,72
5	Общие затраты.	K	6916,8	7918,68

6.3.2 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 ($I_{пр}$).

$$I = I_a + I_э + I_{м.р} + I_{пр}, \text{ тыс. руб./год.} \quad (6.10)$$

6.3.2.1 Норма амортизации

Норму амортизации определим по следующей формуле

$$H_A = \frac{1}{T_{СЛ}} \text{ 1/год} \quad (6.11)$$

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

Для водяной системы отопления (радиаторами Sialko) $T_{СЛ}$ - 25лет.

Для водяной системы отопления (радиаторами Global Style 350) $T_{СЛ}$ - 18лет.

Тогда норма амортизации равна

- для водяной системы отопления $H_a = 0,04$, 1/год;

- для воздушной $H_a = 0,056$, 1/год.

6.3.2.2 Годовые амортизационные отчисления

Годовые амортизационные отчисления определяются по формуле

$$I_a = H_a \cdot K, \text{ тыс. руб./год,} \quad (6.12)$$

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

H_a - норма амортизации, 1/год.

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko:

$$I_a = 0,04 \cdot 6916,8 = 276,672 \text{ тыс. руб./год;} \quad (6.13)$$

- для водяной системы отопления радиаторами Global Style 350

$$I_a = 0,056 \cdot 7918,68 = 443,44 \text{ тыс. руб./год.} \quad (6.14)$$

6.3.2.3 Затраты на потребляемый ресурс

6.3.2.3.1 Для водяной системы отопления

Средний расход теплоты за отопительный период [1]

$$Q_o^{cp} = Q_o' \cdot \frac{t_{в.р} - t_n^{cp.o}}{t_{в.р} - t_{н.o}}, \text{ Вт,} \quad (6.15)$$

где Q_o' - расчетные теплопотери здания, Вт (табл.2.1);

$t_n^{cp.o}$ - 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:

$$Q_o^{cp} = 3837965,35 \cdot \frac{18 - (-8,8)}{18 - (-40)} = 1773404,7, \text{ Дж/с} = 6384,26 \cdot 10^6, \text{ МДж/ч.}$$

Число часов работы за отопительный период – 5616.

Тогда получим

$$Q_o^{cp} = 6384,26 \cdot 10^6 \cdot 5616 = 35854, \text{ ГДж} = 8569,31, \text{ Гкал.} \quad (6.16)$$

Цена 1Гкал горячей воды составляет $C_m = 1,45$ тыс. руб. (по данным АО «Томск РТС»).

Следовательно, расходы на горячую воду за отопительный период составят:

$$I_s = Q_o^{cp} \cdot C_m, \text{ тыс. руб./год;} \quad (6.17)$$

$$I_s = 8569,31 \cdot 1,45 = 12425,5, \text{ тыс. руб./год.}$$

6.3.2.4 Затраты на текущий ремонт

Принимаем равной 20% от затрат на амортизацию оборудования

$$I_{m.p} = 0,2 \cdot I_a, \text{ тыс. руб./год}; \quad (6.18)$$

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko

$$I_{m.p} = 0,2 \cdot 276,672 = 55,33, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами Global Style 350

$$I_{m.p} = 0,2 \cdot 443,44 = 88,69, \text{ тыс. руб./год.}$$

6.3.2.5 Прочие расходы

Принимаем равной 15% от суммы всех издержек

$$I_{np} = 0,15 \cdot (I_a + I_o + I_{m.p}), \text{ тыс. руб./год.} \quad (6.19)$$

Тогда

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko

$$I_{np} = 0,15 \cdot (276,672 + 12425,5 + 55,33) = 1913,62, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами Global Style 350

$$I_{np} = 0,15 \cdot (443,44 + 12425,5 + 88,69) = 1943,64, \text{ тыс. руб./год.}$$

6.3.2.6 Годовые эксплуатационные затраты

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko

$$I = 276,672 + 12425,5 + 55,33 + 1913,62 = 14671,12, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами Global Style 350

$$I = 443,44 + 12425,5 + 88,69 + 1943,64 = 14901,27, \text{ тыс. руб./год.}$$

6.3.3 Приведенные затраты

- для водяной системы отопления радиаторами Sialko

$$Z_{np} = 0,15 \cdot 6916,8 + 14671,12 = 15708,64, \text{ тыс. руб./год};$$

- для водяной системы отопления радиаторами Global Style 350

$$Z_{np} = 0,15 \cdot 7918,68 + 14901,27 = 16089,07, \text{ тыс. руб./год.}$$

Таблица 6.5 – Таблица результатов расчета приведенных затрат

Наименование величины	обозначение	Единицы измерения	Водяное отопление радиаторами Sialko	Водяное отопление радиаторами Global Style
Годовые эксплуатационные затраты, в т.ч:	И	тыс. руб./год	14671,12	14901,27
Годовые амортизационные отчисления	И _а	тыс. руб./год	276,672	443,44
Затраты на потребляемый ресурс	И _з	тыс. руб./год	12425,5	12425,5
Затраты на текущий ремонт	И _{т.р}	тыс. руб./год	55,33	88,69
Прочие расходы	И _{пр}	тыс. руб./год	1913,62	1943,64
Общие капиталовложения	К	тыс. руб./год	6916,80	7918,68
Коэффициент эффективности капитальных затрат	Е	%	0,15	0,15
Приведенные затраты	З _{пр}	тыс. руб./год	15708,64	16089,07

6.3.4 Срок окупаемости:

$$T_{ок} = \frac{6916,8 - 7918,68}{14671,12 - 14901,27} \approx 4,3, \text{ лет}$$

6.3.5 Сравнив варианты приведенных затрат систем отопления радиаторами Sialko и радиаторами Global Style 350 получили, что приведенные затраты водяной системы отопления радиаторами Sialko меньше приведенных затрат водяной системы радиаторами Global Style 350. Это говорит о том, что система отопления с радиаторами Sialko 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 $Q = 3838$ кВт.

Для того, чтобы компенсировать потери тепла, проектируем систему отопления. Начертив в аксонометрии систему водяного отопления определили необходимое количество приборов в каждом помещении жилого комплекса.

Для удаления из помещения загрязненного воздуха и подачу в него чистого была запроектирована система вытяжной и приточной вентиляции. Была запроектирована система воздуховодов по которой удаляется наружу. Для подачи чистого воздуха в помещение установлена приточная система вентиляции. 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, даны рекомендации по охране здоровья людей при работе и нахождению в жилом комплексе, мероприятия по противопожарной безопасности, а также был произведен расчет искусственного освещения. В разделе «Автоматизация» рассмотрен узел учета, при помощи которого осуществляется регистрация и учет тепловой энергии. В экономической части работы были найдены затраты проекта.

Проведя проект отопления и вентиляции можно придти 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 меньшими могут приниматься 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.

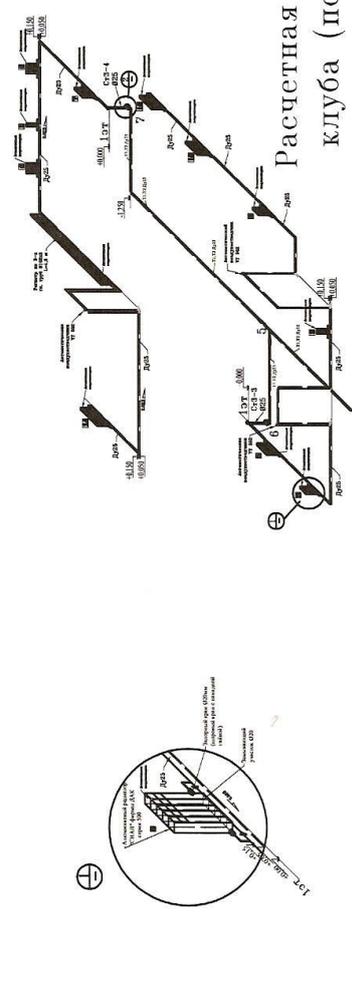
Ценность всякого инженерного расчета повышается, если используемое для его реализации оборудование выбрано на основе технико – экономических расчетов или на основе сопоставления с другими аналогичными объектами. Каждая конструкция должна быть оценена с точки зрения удобства и экономичности ее эксплуатации.

Список используемой литературы

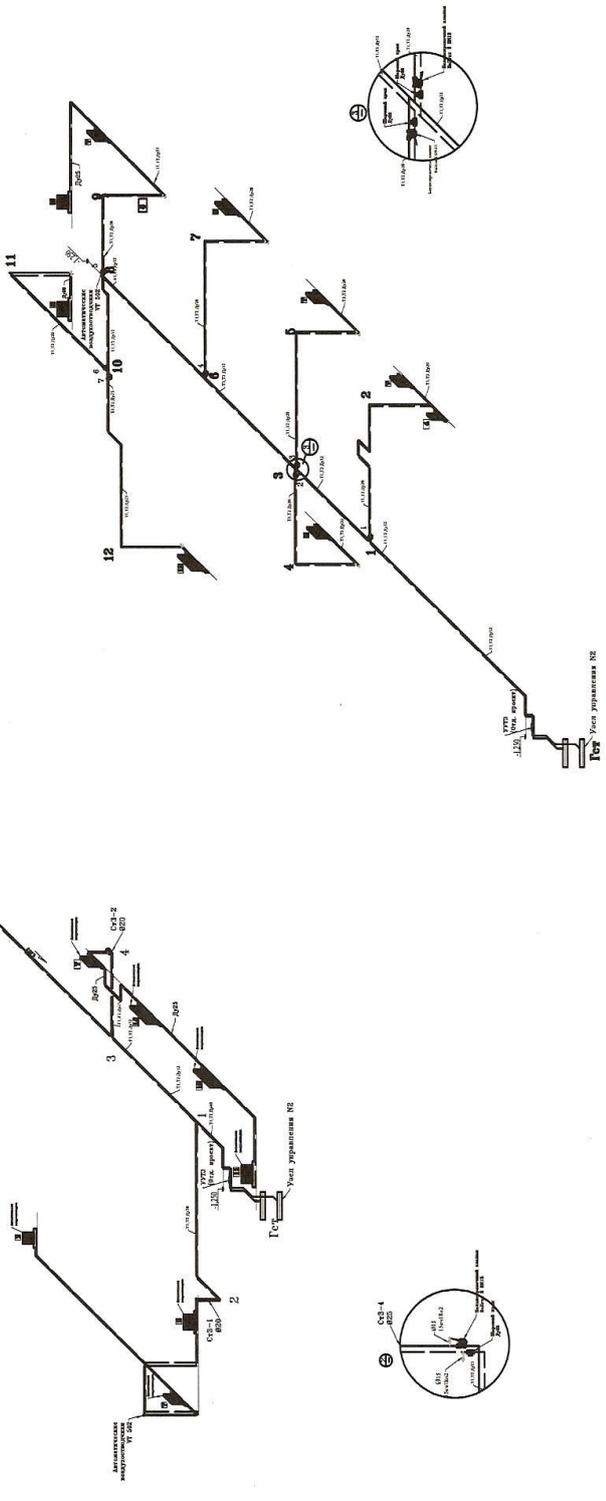
1. Андреевский А.К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 «Теплоснабжение и вентиляция»] / под ред. М.И.Курпана. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высшая школа, 1982. – 364 с., ил.
2. Внутренние санитарно – технические устройства. В 3ч.Ч1. Отопление/В.Н.Богословский, Б.А.Крупнов, А.Н.Сканави и др.; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб и доп. – М.;Стройиздат, 1990. – 334 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
- 3.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.
4. Щекин Р.Ф. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление и теплоснабжение, 1968 г.
5. Сканави А.Н. конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с., ил.
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., Корневский 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.Староверова 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. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие/ А.С.Клюев, Л.М.Пин, Е.И.Коломиец, под ред. А.С.Клюева. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 400 с.: ил.
11. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев; под ред. А.С.Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

12. Прузнер С.Л., Златопольский А.Н., Журавлев В.Г. Организация, планирование и управление энергетическим предприятием: Учебник для энергетических спец. Вузов. – М.: Высш. школа, 1981. – 432 с., ил.
13. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/ С.В.Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 448с.
14. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ под ред. К.З.Ушакова. – М.: Изд-во Московского горного гос. университета, 2000.- 430 с.
15. Охрана труда в вычислительных центрах. Учеб. Пособие для студентов/ Ю.Г.Сибаров и др. – М.: МАЛИКО, 1990. – 192 с.
16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
17. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. ГОСТ 12.1.003-83(1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
19. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов/ под ред. Л.А.Муравья. – М.: ЮНИТИ – ДАНА. – 2000. – 447 с.

Расчетная схема системы отопления кафе. (1-й этаж).
СтЗ-1--СтЗ-4.



Расчетная схема системы отопления бильярдного клуба (подвал).



Расчетная схема магистральных трубопроводов подвала

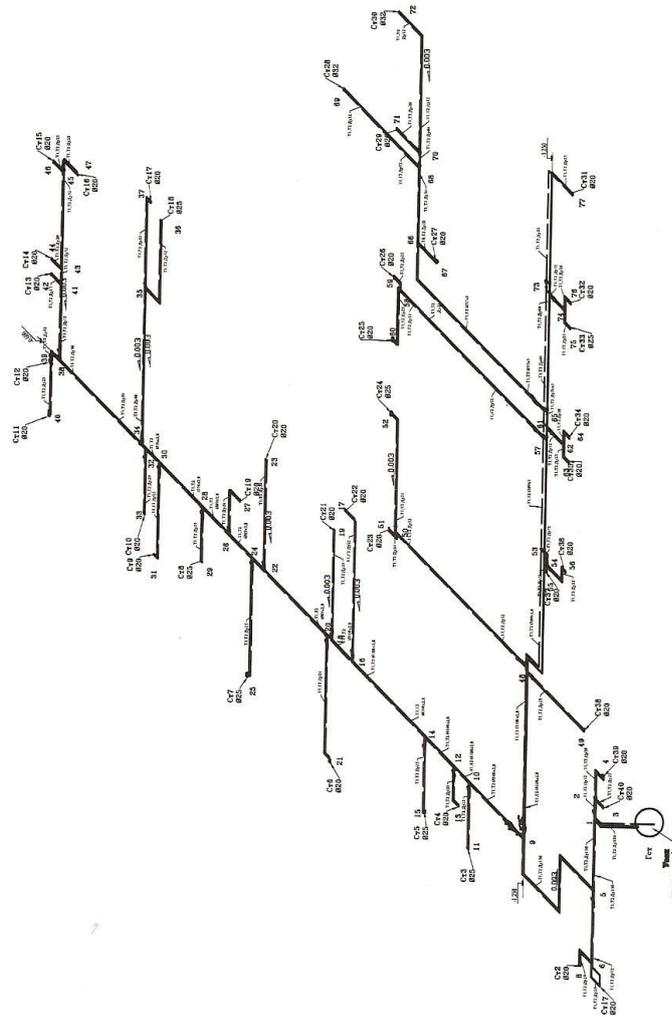


Схема отопления. Ст1-Ст5, Ст21-Ст22,
Ст39-Ст40.

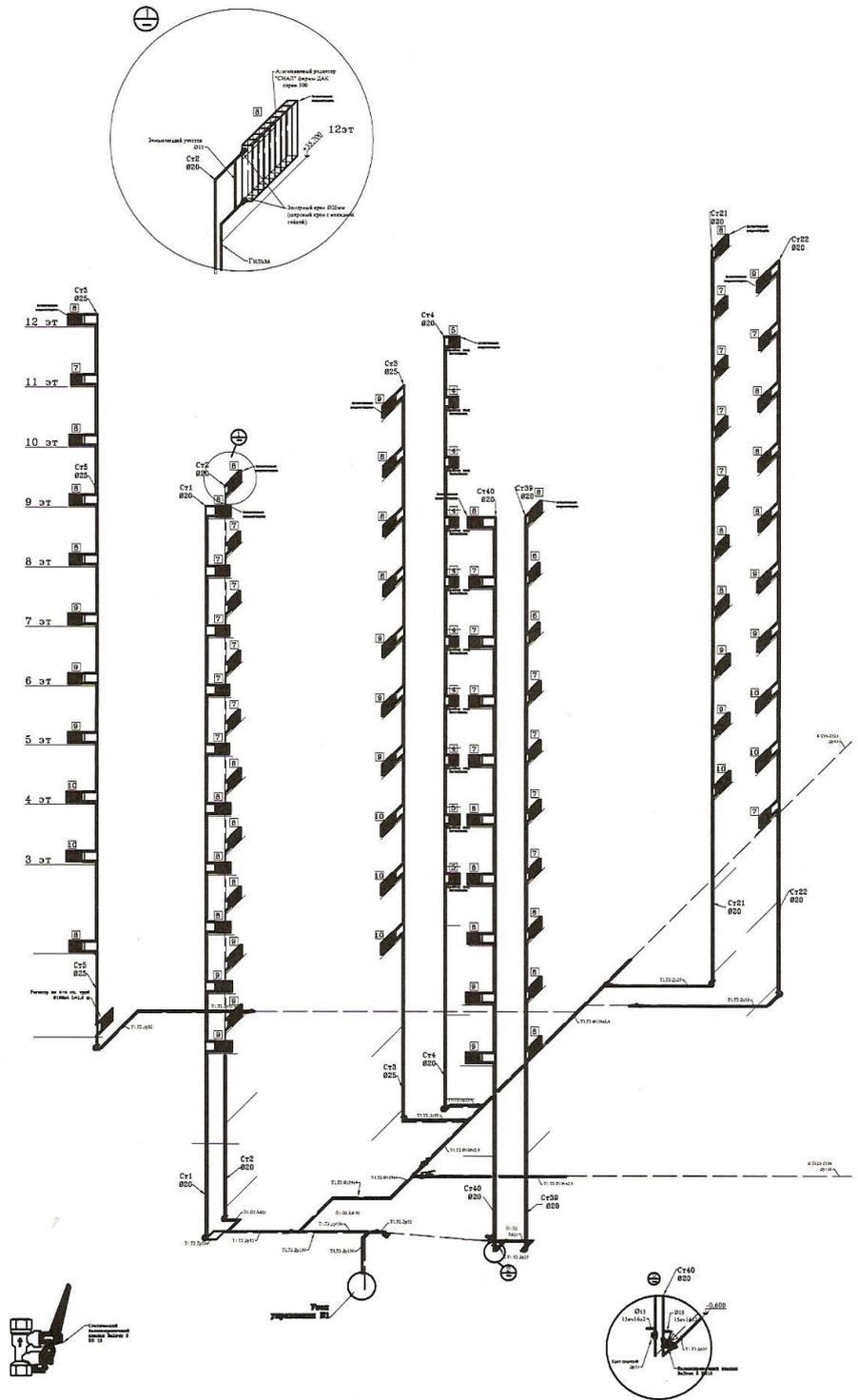


Схема отопления. Ст23-Ст38.

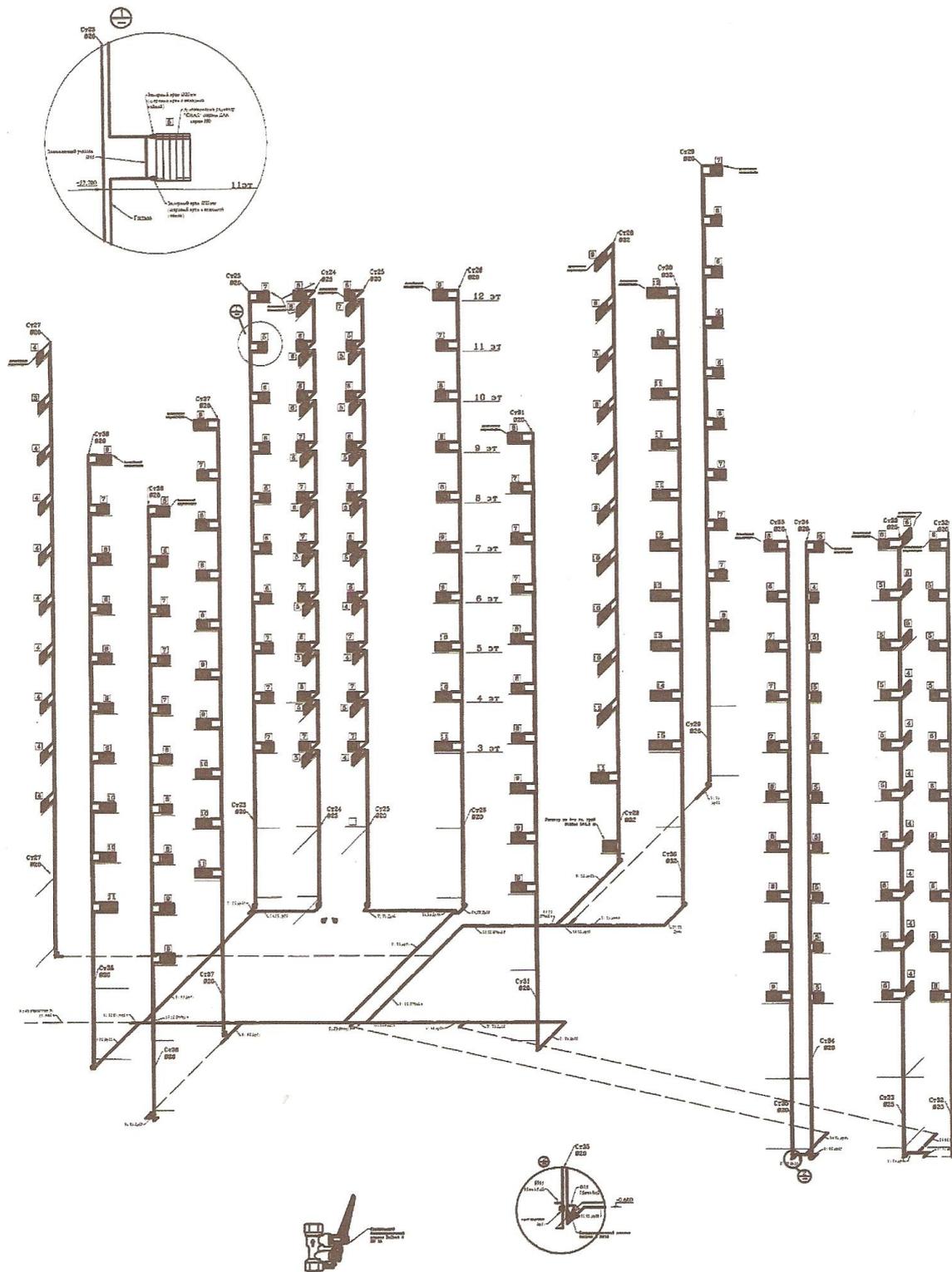


Схема отопления. Ст51-Ст68.

